

المكتبة العالمية

دار المستقبل العربي

ترجمة : أسعد مسلم

بيتر بنوا جولي

شانتال ديكو

# السيو التكنو لوجيا ت





الشيخ  
مفتي  
الدين  
عبد  
الحق  
عالم  
الدين



المكتبة العالمية

# لوجيات التكنو السيو

شانتال ديكو وبيير بنوا جولي

ترجمة : أسعد مسلم



دار المستقبل العربي

يشكر المؤلفان كل من أبدوا لهما النصح والملاحظات والنقد ،  
Pascal Bye, Bertrand Clave, Robert Magnaval, خاصة  
Olivier Marcant, Jacques Prades, Laurent Faibis

البيوتكنولوجيات ، شانتال ديكو و بير بنوا جولي

هذا الكتاب ترجمة عربية

للسنسخة الفرنسية من كتاب

Les biotechnologies,

Chantal Ducos Pierre-Benoît Joly

الصادرة عن :

La Découverte, Repères, 1988

تمت الترجمة بالإشتراك مع قسم الترجمة  
بالبعثة الفرنسية للأبحاث والتعاون بالقاهرة .



© ١٩٩٢ ، جميع حقوق النشر محفوظة للطبعة العربية .

ترجمة : أسعد مسلم

الغلاف : يوسف شاكر

الناشر : دار المستقبل العربي

٤١ شارع بيروت — مصر الجديدة — القاهرة

ج . م . ع ، ت : ٢٩٠٤٧٢٧

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية : ٧٨١٠ / ١٩٩٢

الترقيم الدولي : ٤ — ٠٤٣ — ٢٣٩ — ٩٧٧ ISBN

## مدخل

البيوتكنولوجيا : ولدت هذه الكلمة منذ حوالى خمسة عشر عاما ولكنها أصبحت اليوم من ألفاظنا الشائعة . إنها أبعد ماتكون من فراغها من كل مضمون عاطفى ، بل إنها تحمل مشاعر متنوعة جداً تتراوح بين التعجب أمام الامكانيات الهائلة التى فتح أبوابها الاستخدام اللامحدود تقريبا لما هو حي ، والأمل فى أن يتم التوصل قريبا إلى تطبيقات اقتصادية خرافية ؛ ولكنها تنطوى أيضا على مخاوف عديدة : إلى أين تسير بنا البيوتكنولوجيات التى تساهم فى كشف النقاب عن أسرار الحياة ؟

إن أول الأمثلة التطبيقية التى ذكرتها الصحافة إنما هى انعكاس لهذه الآمال ولهذه المخاوف ، وتقدم البيوتكنولوجيات كأنها قبعة ساحر خرافية تخرج « بقرات ضخمة بحجم الفيلة » وأطفالا حسب الطلب ونباتات تنفتح وسط الصحراء ، والانتصار الفورى تقريبا فى مكافحة بعض الأمراض الكبرى ( الإيدز والسرطان ) ...

إن البيولوجيا أو ( علم الأحياء ) التى أصبحت بعد الآن فى مصاف العلوم الكبرى مثل الفيزياء ، تشكل القاسم المشترك لكل هذه الانتصارات العلمية ، وستعرف سريعا البيوتكنولوجيات على أنها مجمل التقنيات والمعارف المرتبطة باستخدام ما هو حي فى عمليات الانتاج المنبثقة من أوجه التقدم الحديثة التى حققتها البيولوجيا الجزيئية .

هذا الكتاب مكرّس لوصف دقيق للتقنيات وتطورها أقل مما هو مخصص لتفسيرها الاقتصادي والاجتماعي . إن تفتح البيوتكنولوجيات يحدث في سياق اقتصادي يشكو من أزمة عالمية باقية . ويرى العديد من المراقبين في هذه التكنولوجيات الجديدة وسيلة متميزة لتجديد بعث النشاط . فكيف إذن لانتساعل عن العلاقات بين العلم والتقنية والاقتصاد كي نلقي ضوءاً على ظروف ظهور البيوتكنولوجيات ( الفصلان ١ و ٢ ) ؟ ترد البيوتكنولوجيات ضمن تحول عالمي للنظام التقني بالاتصال الوثيق مع تطوّر العالم الاقتصادي . كيف تترايط العلاقات بين البيوتكنولوجيات والأزمة الاقتصادية وكيف تندمج في العالم التجاري ؟ هل ستشكل أسس قطاع صناعي حديث كما يعتقد ذلك بعض المراقبين ؟ أم ، على عكس ذلك ، ستتشر تطبيقاتها تدريجياً في النسيج الاقتصادي برمه ؟

مثل كل « التكنولوجيات الرفيعة » للبيوتكنولوجيات والتطبيقات التجارية المترتبة عليها علاقات وثيقة جداً بالبحوث الأساسية . وهذه الخاصية تهب أشكالاً جديدة من العلاقات بين البحوث والصناعة وتنبئ بتغيرات جذرية في النظام التقليدي لإنتاج المعارف .

إن البيوتكنولوجيات ، بقدرتها الإشعاعية والإغماية الهائلة ، تشكل عاملاً صناعياً ضخماً ( الفصلان ٣ و ٤ ) . وهكذا ، على الرغم من تطبيقات لا تزال قليلة العدد وبقاء شكوك تكنولوجية كبيرة جداً أحياناً ، العوامل الاقتصادية التي أخذت تشارك في هذا الميدان أصبحت عديدة ومتنوعة جداً . أى دور ذلك الذي تلعبه حالياً ومستقبلاً شركات التكنولوجيا في النسيج الصناعي ؟ وكيف ستدفع المجموعات الصناعية هذه التكنولوجيات الجديدة في استراتيجيتها ؟

وأخيراً ، تدخل البيوتكنولوجيات في نطاق العلاقات الاجتماعية وتثير مسائل ذات طابع أخلاقي وفلسفي ( الفصول ٥ و ٦ و ٧ ) . هل هذه التكنولوجيات الجديدة ، كما يعتقد البعض ، محايدة ، على أن تكون تطبيقاتها وحدها « حميدة أو سيئة » ؟ إن الدلائل الحالية تشير ، عكساً لذلك ، إلى أن



البيوتكنولوجيات ، مهما كان استعمالها ، توجهنا تدريجيا نحو تطور في علاقاتنا مع ماهو حي ، سواء أكان ذلك فيما يخص طبيعة الانسان أو تصورنا له ذاته . ولكن ألم يكن هذا التطور مكتوبا ؟ ألم يكن حتميا بما أننا اكتشفنا أسرار الحياة ؟



## أولا - هل البيوتكنولوجيات وليدة الأزمة ؟

عادة ماتقدم نظريات مختلفة لتفسير نشأة البيوتكنولوجيات من وجهة نظر اقتصادية . ومن بينها ربما كان تناقص الموارد الطبيعية غير المتجددة الذى كشفت عنه أزمة النفط ، أكثرها ارتباطا بالوضع الاقتصادى ، فكثيراً ماذكر هذا التناقص فى أواخر السبعينيات ، ولكنه قلما يشار اليه اليوم والحقيقة أنه من اللازم تجاوز هذه التفسيرات الخريزية بإعادة إدراج التغير التقنى فى إطار نظريات الدورات الطويلة .

إن مقومات البيوتكنولوجيات تظهر عندئذ بكامل حجمها : فهى ، إذ تمهى الاحلال التدريجى لقوانين البيولوجيا محل المبادئ الفيزيائية الكيميائية التى تستند إليها الوسائل الصناعية التقليدية ، تساهم فى التحول الحالى للنظام الاقتصادى . غير أن البيوتكنولوجيات ليست بعد ، أساسا ، إلا احتمالا إثمائيا . فليست المشكلة إذن الاهتمام بالنقطة التى وصل إليها التغير التجارى ، اذ أنها لاتزال بعد غير محددة أساسا . والظروف الملموسة لعملية التغير هذه والتى تحدد تحديداً كبيراً التطورات اللاحقة ، تقع ، بعكس ذلك ، فى صميم التحليل .

## الأزمة النفطية والبيوتكنولوجيات

فى عام ١٩٧٣ ، تضاعف سعر برميل النفط الخام أربع مرات . وقد هز

هذا الحدث الأسس المادية لنمو صناعى قائم على توافر المواد الأولية والطاقة بمقادير كبيرة . وأخيراً بدأت السلطات العامة تأخذ بمجدية استخلاصات تقرير Meadows وانتقادات نادى روما . إن موارد المناجم والطاقت الأحفورية الأصل أخذت على حقيقتها : أنها موارد غير متجددة متاحة بكميات محدودة . فأزمة النفط ساهمت اذن فى التساؤل عن النموذج الاقتصادى التقليدى ، وانبثاق منطق اقتصادى جديد تلعب فيه القيود المرتبطة بالجمال الفضائى وبالموارد المتجددة دورا اساسيا .

فى هذا التطور ، تبدو البيوتكنولوجيات على أنها وسيلة للتحرر من القيود المرتبطة بالموارد الطبيعية . وهى ستساعد ، على ما يبدو ، الاستعمال المطرد للموارد المتجددة . وهكذا فإن الكتلة الحيوية لن تحل محل النفط كمصدر للطاقة فحسب ، وإنما أيضا كأداة أولية لانتاج المواد الوسيطة الكرى للكيمياء العضوية . وإذا تحل البيوتكنولوجيات والوسائل الانزيمية فى الصناعة الكيميائية ، محل الأساليب الحفزية ، تسهم أيضا فى الاقتصاد فى الطاقة . كما أن البيوتكنولوجيات تستطيع أيضا الاسهام فى صيانة البيئة والحفاظ عليها : إنه من المنتظر خلق سلالات مجهرية جديدة تستخدم فى وسائل إزالة التلوث ( المد والجزر الأسود ، معالجة القمامة المنزلية والمياه المستهلكة ... ) .

وهذه الاشارات إلى إدارة الموارد الطبيعية ، التى كثرت فى السبعينيات ، تكاد تنعدم فى المداولات الحالية . وقد توجد لذلك عدة تفسيرات . فبينما تبدو خطط انتاج الطاقة من الكتلة الحيوية ( البرازيل — الهند ) كأنها محاولات فاشلة على الصعيد الاقتصادى ، تشكل صناعة الدواء مجال التطبيق الأول للبيوتكنولوجيات . غير أن المنطق الإنمائى لهذه الصناعة ليس مرتبطا إطلاقا بالموارد المتجددة . ومن جهة أخرى ، فإن التنبؤات المنفرة الخاصة بنضوب الموارد الطبيعية لم يتم التحقق منها على الإطلاق ، لأن حجم الموارد المتاحة يفسر على أنه متغير اقتصادى يتوقف على حالة التقنية ونظام السعر أكثر مما يعتبر متغير فيزيائى قاطع .

## الدورات الطويلة : التكنولوجيا والتدمير الخلاق .

في العشرينيات ، أتاحت أعمال الاقتصادى الروسى Kondratieff التليل ، ابتداءً من احصاءات طويلة الامتداد ، على إنه منذ الثورة الصناعية ، اعتبرت النشاط الاقتصادى ذبذبات طويلة الفترة . او « الدورات الطويلة » التى تدعى أيضا « الكوندراتييفات » مدتها حوالى خمس وخمسين سنة . ومنذ أعمال Schumpeter يحدد عامة مكان الظاهرة التكنولوجية فى محور تفسيرات الدورات الطويلة . وقد أمكن التحقق ، من جهة ، من التطابق القام بين مراحل النمو الطويلة والمراحل الكبرى لنشر الابتكارات ، ومن جهة أخرى مراحل الكساد الطويل وتقييح هذه الابتكارات .

خلال الدورات الأربع التى لوحظت ، سيطر على مراحل التوسع نشر أنظمة تقنية جديدة : الآلات الجديدة التى تدور البخار ( ١٧٨٩ — ١٧٩٣ إلى ١٨١٦ ) ، الآلات المنتجة صناعيا ونموذجها قاطرة السكة الحديد ( ١٨٥٠ — ١٨٧٣ ) ، أنظمة الآلات التى تدار بمحركات كهربائية والمستخدمه مثلا فى صناعة السيارات ( ١٨٩٥ — ١٩١٩ ) ؛ الانتاج بتدفق مستمر والأنظمة شبه الآلية المرتبطة بالألكترونيات ( ١٩٤٥ إلى ١٩٦٥ — ١٩٧٠ ) . وهكذا فى كل مرحلة تظهر فروع مسيطرة ستشكل العناصر المحركة للنمو الاقتصادى . ومثل هذا الرسم التحليل يفترض ضمنا أن التكنولوجيات عند ظهورها تحمل معها قدرة إثمائية تهيء مكاسب انتاجية ( وهو الشرط اللازم لنمو اقتصادى موسع ) ولكنها تستهلك مع الوقت ( نظرية العائد المتناقص للتكنولوجيات ) .

إن فترات الكساد تعتبر إذن كمراحل تحدد النسيج الاقتصادى . وتفسر الأزمة فى هذا النطاق كأنها عملية تدمير خلاق . إن الانتقال بين نظامين تقنيين يحدث تدميرا لرأس المال المنتج فى الأفرع المتقادمة ( مثل صناعة الصلب حاليا ) ، بينما تطوير أنظمة جديدة ( الحاسبات الآلية والمواد الجديدة ، الفضاء ، البيوتكنولوجيات ) مازال ينطوى على شكوك كبيرة .

في نطاق هذا التحليل ، يمكن اعتبار البيوتكنولوجيات أنها أقطاب تنمية جديدة تمكن ، باعادة بحث أرباح الانتاجية ، من الأخذ بنظام نمو جديد . وشرك مثل هذا المفهوم مزدوج : أولا تصور الدورات بنزعة ميكانيكية والتاريخ بصورة دورية ( فترة نمو تتبع حتما فترة كساد ) ، ومن جهة أخرى تفسير التطور الاقتصادي والاجتماعي بمحتمية تكنولوجية صارمة . الا أن كل دورة تتميز بنسب جديدة لرأس المال الى العمل ، وبظهور أشكال جديدة من التنظيم الانتاجي ( المصنع — الصناعة — المجموعات الصناعية والمالية ) بقدر ماتتميز بظهور تقنيات جديدة .

### **البيوتكنولوجيات والنظام التقني الجديد**

تندرج البيوتكنولوجيات في إطار تحول أساسي لمجتمعاتنا ، يصعب اليوم تصور آثاره ومقوماته . ويمكن الاعتقاد بأن قوانين البيولوجيا ستحل تدريجيا محل المبادئ الفيزيائية الكيميائية التي هيمنت حتى الآن على الحياة الاقتصادية والفكرية والاجتماعية . وإحلال التفاعلات الأنزيمية محل أساليب الحفز بشكل مثلا ملموسا ، ولكنه جزئي ، لذلك . كما أن انتشار المفاهيم الحيوية في العلوم الاجتماعية ملموس جدا . ودون الذهاب الى تطرف البيولوجيا الاجتماعية التي تقترح تنظيم المجتمع على أساس اعتبارات الهندسة الوراثية والقوانين الحيوية ، نستطيع مثلا أن نلاحظ نشأة تيار تحول في الاقتصاد .

إن البيوتكنولوجيات في مجملها تشكل طريقة جديدة لتصوير وحل مشاكل محددة . إنها لن تشكل قطاعا جديدا ولكنها ، مثل معالجة المعلومات بالوسائل الإلكترونية ، ستتشر في كل الأنشطة الانتاجية القائمة . إن النتائج الشاملة لانغماس البيوتكنولوجيات في المجتمع ، لايمكن تصورها فعلا ، خاصة من ناحية وجهة نظر مايجدر تسميته بالأخلاقيات الحيوية . ( أنظر الفصل ٧ ) .

سوف تشكل البيوتكنولوجيات أداة ستدعم اتجاهات النظام الانتاجي الجديد ،

خاصة إزالة السمة المادية والانتقال التدريجي من صناعة المنتجات الى صناعة الوظيفة .

## ضرورة تحليل عمل لأشكال التغير

يقال إن كل ذلك مثير جداً . ولكن بعد تجاوز هذه الاعتبارات العامة ، هل تشكل البيوتكنولوجيات عاملاً للخروج من أزمة ؟ . وهل ستمكن من خلق فرص عمل ؟

يجيب رجال الاقتصاد على مثل هذه الأسئلة باقتراح إطارات تحليل لا حقائق مؤكدة وعلى سبيل المثال يجدر عادة التمييز بين ثلاث مراحل في ظهور التكنولوجيات الجديدة : مرحلة التصور ، مرحلة صنع « الآلات » ومرحلة استعمالها . وبما أن هذه المراحل الثلاث تتطلب مقادير مختلفة من العمل والتخصصات ، فإن التحول من وضع تكنولوجي الى آخر يثير « مشكلة انتقال » ويسبب ما يطلق عليه البطالة التكنولوجية . إلا أنه ينبغي الإدراك أن بعد التحول ، نقطة الوصول التي يشكلها استقرار الوضع التكنولوجي الجديد ليست معروفة . إن التغير التقني ليس له مقابل من الحتمية القاطعة ونقطة الوصول ذاتها غير محددة .

ومن جهة أخرى ، مسألة العمالة التي تثار بالنسبة لتكنولوجيا خاصة تفتقر الى الصلة الوثيقة بالموضوع . فالواقع أن العمالة هي في أساسها مشكلة توازنات اقتصادية كلية كبرى . وهكذا لا تتمثل في معرفة كم فرصة عمل نشأت في هذا القطب التقني أو تلك المؤسسة العاملة في البيوتكنولوجيات . ومهما كان الأمر فإن التحاليل لا تخطيء في ذلك حيث إنها تتناول عادة « شروط العميل » ونادراً العمالة . والسؤال الذي يمكن أن يثار هو معرفة ما إذا كانت التكنولوجيات الحيوية يمكن أن تسهم في بعث الإنتاج والاستهلاك من جديد يبعث أرباح الانتاجية مجدداً .

لكن هنا أيضا ، علاوة على أن مفهوم وقياس الانتاجية ينطبقان انطباقاً سيئاً جداً على المنتجات الجديدة ، فثمة خطر الضياع ، في هذا المجال في « متاهات الرواسب » وكثيراً ما يُدعى أن البيوتكنولوجيات قد تحسن في آن واحد انتاجية العمل وانتاجية رأس المال ولكنها ليست قادرة على إعادة تنشيط الاستهلاك لأنها تخلف القليل من المنتجات الجديدة ( ومن ثم لا تقترح « معايير » استهلاك جديدة ) . وربما قد لا يكون في الأمر الا ظاهرة بصرية . فالمعروف في الواقع أن التطبيقات الأولى لتكنولوجيا جديدة تشكل عادة للإحلال محل التكنولوجيات التقليدية . فلا تظهر قدرة تلك التكنولوجيا على التطور إلا تدريجياً .

وعلى هذا النحو ، قد يبدو غلط الاجابات على الأسئلة الكبرى التي تطرح مشوياً بالحدوث والتردد . إننا نشاهد اليوم المراحل الأولى من عملية تغير مازالت نقطة الوصول فيها غير محددة بقدر كبير . إلا أن الكيفية التي يجري بها هذا التغير لها أثر ملحوظ على نقطة الوصول . إذن ، سنحاول في هذا الكتاب اقتراح تحليل عملي للأشكال التي يتشكل بها هذا التغير .



## ثانياً — من أوجه تقدم العلم الى عرض التكنولوجيات

تصفّح أية مجلة متخصصة في البيوتكنولوجيات ، تجد فيها اليوم تجارب مقارنة تصف اداعات أجهزة تتابع أو تخليق الجينات(\*) . في الحقيقة ، اذا كان منذ عرض قوانين مندل Mendel في سنة ١٨٦٥ انتقل عالم البيولوجيا من مرحلة تفحص الكائنات الحية ، الى مرحلة إدراك القوانين الأساسية للوراثة والتكوين المعماري لما هو حي ، فان الأعمال التي بدأت بعد الحرب العالمية الثانية مع علم الوراثة الجزيئي توفر اليوم وسائل قوية للغاية للتأثير على ماهو حي . فلم يعد فقط من المستطاع عملياً عزل أية جينه من أي كائن حي ( كائن مجهرى أو نبات أو حيوان ) لنقله الى أي كائن حي آخر ، بل أيضاً تركيب جينات جديدة تقابل وظائف مستحدثة في مجال ماهو حي .

وكيف تندمج هذه التقنيات في المجال التجارى ؟ وماهى تطبيقاتها الحالية والمستقبلية ؟

## فترة الحبل — من العلوم الحيوية الى البيوتكنولوجيات

يندر مصادفة مفهوم تتباين تعاريفه في المجال وفي الزمن مثل تعاريف البيوتكنولوجيات ( على سبيل المثال لذلك ، يرجع الى التعداد الذى وضعته

---

الأرقام بين علامة [ ] ترجع إلى المؤلفات الصادرة في الموضوع .

منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية [١٤] ) فمن تعاريف مبسطة ، اتيولوجيه ( تقنيات ماهو حي ) الى تعاريف معقدة وشاملة : « مجموعة متفاعلة من التقنيات تتكامل فيها مجالات التقدم التي أحرزتها الكيمياء الحيوية والبيولوجيا الجزيئية وعلم الوراثة والعلوم الهندسية . وهي تقترح من جهة بدء فك أسرار آليات الحياة ، ومن جهة أخرى الاستفادة من امكانات التحول والتراكيب للخلايا التي لنوعها غلاف وتلك التي نواتها مجردة من الغلاف لتوفر للانسان منتجات غاية في التعقيد الكيميائي بل وحتى كائنات حية ( [٢] ص ١١ ) .

وعلاوة على هذا التنوع ورغمما من أنه كثيراً ماتتضارب البيوتكنولوجيات الجديده مع البيوتكنولوجيات التقليديه ، فان ظهور الكلمة ذاتها يشكل ظاهره حديثه جداً . وهو مرتبط بالتحازين أساسيين هما : أول نقل جينه في جامعة ستانفورد ( الولايات المتحدة ) في ١٩٧٣ وأول تخليق هيرودومات في جامعة كيمبردج ( بريطانيا ) في ١٩٧٥ . ( الهيرودوم هي خلية لاثموت ناتجة عن اندماج خلية طحال خروف مع خلية فأر سرطانية ) . وبين هذان الاكتشافان الامكانية الاقتصادية الهائلة المرتبطة بتقدم علوم ماهو حي ومن ثم كان إدراك المقومات الاستراتيجية الأساسية بالنسبة للدول والمجموعات الصناعية ... والعلماء . وهكذا يتقابل ظهور البيوتكنولوجيات مع الحركة الاقتصادية الراجعة إلى أوجه تقدم العلم أكثر مما يتقابل مع أوجه التقدم هذه ذاتها .

من الناحية التعليمية ، يمكن تمييز مستويات مختلفة : العلوم الحيوية والبيوتكنولوجيات بمعناها الضيق والصناعات أى مجالات التطبيقات ( انظر الجدول ١ ) .

إن التقدم الزاهن للبيوتكنولوجيات مرتبط بالتطور السريع « للعلوم الحيوية » خلال القرن العشرين . وربما كان أكثر التقدم حسماً الانتقال من علم الوراثة الذي يدرس قوانينها ( والذي ترجع نشأته كعلم الى أوائل القرن العشرين ، مع عودة اكتشاف أعمال مندل ) الى نهج يمت الى علم الأحياء ( البيولوجيا ) الجزيئي ( راجع الوارد داخل إطار فيما يلي )

جدول (١)  
من أوجه تقدم العلم إلى البيوتكنولوجيات

العلوم الحيوية	البيوتكنولوجيات	الصناعات
علم الوراثة علم الأحياء الجزيئي الكيمياء الحيوية (البيوكيمياء) علم الأحياء المجهرية علم الأنزيمات علم المناعة البحوث الأساسية	الهندسة الوراثية الهندسة الإنزيمية هندسة المناعة التخميرات الاستنباطات البكتيرية الفصل والتنقية البحوث والتطوير والانتاج	الصحة الزراعة الغذائية الكيمياء الزراعة الطاقة البيئة الأسواق

المصدر : [١١]

يبدو أن برنامج بحوث علم الأحياء الجزيئي مرتبط لإرتباطا وثيقا بأعمال الفيزيائي Max Delbruck في بداية الأربعينيات . وقد حدد ضرورة دراسة الطبيعة الفيزيائية والكيميائية للجينات وينبغي ، بصفة خاصة ، تفسير قدرة هذه الجزيئات الخاصة على التناسق بكيفية مماثلة لذاتها . وتقدم برنامج الأبحاث هذا تقدما سريعا جداً ، حيث أنه منذ ١٩٥٣ كشف واطسون وكريك «Watson & Crick» «سر الحياة» إذ بينا أن جزيئات الـ ADN التي تشكل الجينات ، لها بنية خاصة جداً هي ( الحلزونة المزدوجة ) التي تتيح التناسل المتأثر . وإلى جانب هذا البرنامج المحوري ، تتطور أيضاً الكيمياء الحيوية بسرعة كبيرة : فقد اكتشف في بداية الخمسينيات أن البروتينات ( التي تشكل في آن واحد هيكل وأساس

التفاعلات الكيميائية الحيوية للكائنات الحية ) تتكون من سلاسل من الوحدات  
 البدائية : الأحماض الأمينية . وقد نشر عالم الكيمياء الحيوية البريطاني Frederick  
 Sanger في ١٩٥٣ بنية جزيقه الأنسولين ( الهرمونة الضرورية لمرضى السكر ) .  
 وقد مكنت هذه المعلومات من وضع نظريات عمل واكتشاف آليات المدونة  
 الوراثية . ( راجع النص الوارد داخل إطار فيما يلى ) . ويلعب علم الانزيمات  
 ( مع اكتشاف أنزيمات التقيد ) أيضا دورا حاسما إذ يوفر لعالم الأحياء الجزيئية  
 الأدوات التى لاغنى عنها لأجراء نقل الجينات . ويحدد Marcel Blanc [١٩] فى  
 كتابه القيم قاسما مشتركا للاكتشافات العديدة التى تتجه نحو النشأة التدريجية  
 للبيوتكنولوجيا وهى ، بصورة شاملة ، الانتقال من علم وصفى الى تصور ذى  
 نزعة ميكانيكية محددة للطبيعة . ويفسر هذا الانتقال بتأثير الفيزياء « علم  
 العلوم » فى إعادة النظر فى العلوم الحيوية وفى تقدمها . ويؤكد هذا التأثير اشتراك  
 العديد من علماء الفيزياء فى نشأة الهندسة الوراثية الجزيئية . وتشجعه تشجيعا  
 واضحا بعض الهيئات ( منها مؤسسة روكفلر ) ، التى تخطط لتحويل البيولوجيا  
 الى علم / عمل بالمساعدة على خلق « مناطق حدية للبحوث تحتلط فيها الفيزياء  
 والكيمياء مع البيولوجيا . والحلث على خلق فرع جديد — البيولوجيا الجزيئية —  
 قادر على اكتشاف أسرار المكونات النهائية للخلايا الحية » .

غير أن التمييز بين العلم والتقنية ( كما يبدو مثلا فى الرسم البيانى ١ ) ، يستند الى  
 مفهومين : أولا اعتبار العلم كأنه مجموعة من المعرفة خارجية النمو ومنفصلة  
 انفصالا واضحا عن التطبيقات التقنية ؛ ثانيا : اعتبار التقنية أنها مجال تطبيق  
 العلم ، مجرد من منطلق خاص به .

دون التعرض لمناقشة مفهوم العلم ، يبدو أن هذه التصورات لم تعد مقبولة  
 لأن المعارف « الموضوعية » (المنبثقة من العلم) تشكل عاملا اقتصاديا مباشراً .  
 ومن وجهة النظر هذه ، يقدم انبثاق البيوتكنولوجيات نوعين من النتائج وفى المقام

الأول ، لم يعد من المستطاع التمييز بوضوح بين المعلومات ( أو البحوث ) الأساسية ، والمعلومات ( أو البحوث ) التطبيقية : أن معظم البحوث الأساسية ( الأعمال المتعلقة بالتتابعات المعززة وبنية البروتينات .. ) لها تطبيقات مباشرة . ويؤدى الأمر فى بعض الحالات إلى استعمال عبارة « البحوث الأساسية الهادفة » ( العلم الموجه نحو التطبيقات ) .

#### المراحل الرئيسية لتطور العلوم الحيوية

١٨٦٥ — عرض غريغور مندل Gregor Mendel قوانين الوراثة الناشئة عن اختباره على نبات البسلة المجعّده ( قوانين مندل ) . النظرية الأولى : « الخصائص الوراثية تنقلها « عوامل » هى الجينات ( أساس علم الوراثة ) .

١٩١٥ — بفضل أعمال توماس هـ . مورجن Thomas H.Morgan أصبح معروفاً أن الجينات هى كيانات تظهر على الكروموزومات ( قضبان دقيقة توجد فى نواة خلايا الكائنات الحية ) .

١٩٤٥ — بدأ عالم الفيزياء Max Delbruck ( تلميذ Niehls Bohr ) دراسة الطبيعة الفيزيائية والكيميائية للجينات . وهو يعتبرها جزيئات طبيعتها الأساسية التناسل المتماثل . وقد كان ذلك منشأ علم الوراثة الجزيئى ( معادل الفيزياء النووية ) .

١٩٤٤ — بين Oswald T.Avery أن الجينات هى جزيئات الـ

ADN

١٩٥٣ - وضح عالم البيولوجيا الأمريكى James Watson وعالم الفيزياء الحيوية البريطانى Francis Crick مايسميهما هما ذاتهما « سر الحياة » : الـ ADN المكون من حلزونة مزدوجة ، كل حلزونة مكونة من تركيبات أربع قواعد أو « نواتيد » : الأدينين (A) والجوانين (G) والتمين (T) والسيتوزين (C) . تتحد نواتيدات سلسلة مع نواتيدات السلسلة الأخرى وفقاً لقانون دقيق . ويمكن ذلك الـ ADN من التكرار المتماثل . وهذه القواعد الأربع شاملة : أنها توجد فى جميع الكائنات الحية .

١٩٥٣ : أطلق George Gamov ( عالم فيزياء أمريكى روسى الأصل ) النظرية التالية : تشكل الجينات رسائل حسب مفاتيح معينة تتحكم فى تركيب البروتينات ، المفتاح ( كود ) الوراثة المكتوب فى أبجدية من أربعة رموز (A,T,G,C) يترجم فى أبجدية من ٢٠ رمزاً ( الأحماض الأمينية العشرون التى تشكل البروتينات ) . وتشكل هذه اللغة نوعاً من اللغة العالمية البيولوجية بفضل عالميتها وبساطة مفهومها .

١٩٦١ : توصل عالم البيولوجيا الأمريكى Marshall Niremberg إلى التبدليل على أن القواعد الثلاث T T T تقابل الحمض الأميني — فنيـل — انالين ( acide aminé - phényl-analine ) .

١٩٦٦ : تم فك مفتاح ( كود ) المدونة الوراثية بأكمله . وفي  
بداية الستينيات أيضا ، بين Jacques Monod و  
François Jacob أن تركيب البروتينات لا يتم بالتلامس  
مع الحلزونة المزدوجة بل يتحقق في السيتوبلازم بواسطة  
ال A R N حامل الرسالة .

١٩٧٠ : وصف سميت Smith و ولكوكس Wilcox وكيلى  
Kelly الأنزيمات المقيدة من النوع ٢ التى تقطع  
تتابعات ال A D N فى أماكن محددة . وهذا حدث  
حاسم فى تطور أدوات الهندسة الوراثية : أنه يوفر لعالم  
البيولوجيا الجزيئية وسائل عزل الجينات .

١٩٧٣ : نجح هربرت بوايه وستانلى كوهين Herbert Boyer &  
Stanley Cohen من جامعة ستانفورد ( كاليفورنيا )  
فى أول نقل جين فى ال Escherichia Coli

ولايمكن التمييز فى هذا المجال بين مبدأ موضوعية العلم ومبدأ كفاءة  
التقنية . وهذا التداخل بين العلم والتقنية الذى يميز البيوتكنولوجيات ، يثير العديد  
من المشاكل ( سنصادفها فى الأجزاء الأخرى ) . ونظرا الى أن هذا التداخل ،  
لايجرى تقدم المعلومات الأساسية بصورة مستقلة . فإن هذا التقدم مرتبط  
بأولويات فى توجيه البحوث تحدد وفقا للعوامل الاقتصادية .

والنوع الثانى من الآثار مرتبط بتطور توفر الأدوات ومع مراعاة العوامل  
الاقتصادية نشأت صناعة صغيرة . إنها تقدم أدوات ذات أداء مطرد الازدياد ،  
ستحول شروط اختبار البحث « الأساسى » وبين مثلان أهمية تطور تقنيات  
الأدوات . فى ١٩٨٤ كان منطقيا الا يعول على اجهزه أوتوماتيكية لتركيب الـ

ADN ، ومنذ ١٩٨٥ طرحت نماذج عديدة في السوق . فأصبح تركيب أجزاء الـ ADN مسألة روتينية ، وصنع جينات مركبة بحتة أمراً مستطاعاً تماماً .

وفي مجال التحليل ، أخذ التتابع الآلى للـ ADN يحل تدريجياً محل التتابع اليدوى الذى حققه في ١٩٧٧ Makam Gilbert & Sanger . يؤكد فريق L.Hood أنه يستطيع ، بفضل جهاز صنع بدقة في مختبره ، أن يحدد في يوم واحد تتابع الـ ADN طوله حوالى ١٠٠ ٠٠٠ قاعدة . وكان يلزم ٥ سنوات لباحث محكك لتحقيق هذا التتابع بأساليب يدوية<sup>(١)</sup> . ولأشك أن المشروع الأمريكى (Human Genome Project) سيشجع هذا الاتجاه . وبفضل هذه التقنيات ( الهندسة الوراثية والتتابع ) أصبح من المستطاع اليوم أن يحدد بسرعة التركيب الكيميائى لكل مادة بروتينية . ويقول Philippe Kourilsky ، مدير بحوث في معهد باستير والمستشار العلمى لمؤسسة Transgène : أصبحت الهندسة الوراثية وسيلة تقنية معملية يلجأ إليها كثيراً مثل النابذة ( جهاز الطرد المركزى ) وجل الاستشراد Gel d'electrophorèse . وتتغير شروط التجربة يحكم تطور التقنيات التجريبية توجيه البحوث « الأساسية » .

**فترة الانبثاق : من الجامعة الى المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا .**

بداية من اكتشافات كوهين وبوايه Cohen & Boyer (١٩٧٣) وميلستين Milstein وكوهلر Kohler (١٩٧٥) ، أخذت التطبيقات التجارية تتحقق بسرعة فائقة : ففى عام ١٩٨١ تم التصريح بتسويق مجموعات من

---

(١) J.Davies: «Le Genie Génétique» في مجلة La Recherche العدد ١٨٨ ، مايو ١٩٨٧ ص ٥٧٦ .

ويرجع أيضاً إلى مؤلف L.Roberts وعنوانه «New Sequences to take on the Genome» في مجلة Science المجلد ٢٣٨ سنة ١٩٨٧ صفحات ٢٧١ — ٢٧٣ .



التشخيص الأولى التى أساسها الأجسام المضادة الأحادية الاستنابت المتماثل ( المنتجة من هيرودومات ) وفى ١٩٨٢ أجيز فى أوروبا بيع أول لقاح ( حيوانى ) أساسه الهندسة الجينية .

وبين هذين التاريخين ظهر نسيج اقتصادى بدائى وظيفته جلب رؤوس الأموال وتوجيهها نحو التطبيقات التجارية ذات المستقبل المرموق . وقد تحقق لقاء الباحث برجل المال قبل وضع استراتيجيات المجموعات والسياسات الحكومية ، وتشاركاً فى خبراتها لتطبيق نظام التطوير الذى اتبع فى الالكترونيات الدقيقة ، على البيوتكنولوجيات . وإذ نعرض المراحل الرئيسية للتطور التجارى للتكنولوجيات الحيوية ، سنميز السياق التجارى الذى ساد فى فترة الانبثاق هذه . وستعرض ، فى مرحلة ثانية ، للخصائص المحددة للبيوتكنولوجيات وآثارها من ناحية القطاعات التطبيقية .

## لقاء الباحث والممول فى الولايات المتحدة

بعد الحرب العالمية الثانية ، بدأ العلم كوسيلة أساسية لتشجيع الازدهار الاقتصادى ، وتحسين « رفاهية البشرية » . وبناء على ذلك بدأت علوم مامو حي تفيد من مجهود بحثى أساسى هام . وعندما ظهرت فى بداية السبعينيات القوة الاقتصادية المحتملة لتطبيقات علوم الحياة ، تميزت الولايات المتحدة باتحاد عاملين : فمن جهة ، بفضل جهود البحث التى بذلتها الجامعات ، جمعت الولايات المتحدة أكبر عدد من العلماء ذوى المستوى الرفيع فى هذا المجال ، ومن جهة أخرى ، كانت الولايات المتحدة تستفيد من التجربة الحديثة التى شكلها التطور الاقتصادى والتجارى لصناعة فى مقدمة الصناعات وهى صناعة الألكترونيات الدقيقة .

هذا العامل الأخير أساسى بقدر ما يوفر على هذا النحو ، للولايات المتحدة ، « نموذج تطوير نسيج اقتصادى جديد ، إبتداءً من تكنولوجيات ناشئة » . ويستند هذا النموذج الى صعيدين : على الصعيد التنظيمى ، مكنت

الطريقة الكاليفورنية من تضافر خبرات الباحثين وخبرات رجل الأعمال . فهذه الطريقة تيسر إذن اجتذاب رجال الجامعات وتشغيلهم في برامج لها تطبيقات تجارية سريعة . وعلى الصعيد المالى ، يتيح نظام رأس المال المخاطر تعبئة رؤوس الأموال للاستثمار الضخم فى مشروعات سابقة للتطوير . ويعوض احتمال الكسب المرتفع فى فترة زمنية وجيزة مخاطر هذه المشروعات . فالمقدر أن يسترد الممول المقامر رأس ماله الأصلي مضاعفاً خمس أو عشر مرات .

وعلى هذا النحو تتميز المراحل الرئيسية لتطور البيوتكنولوجيات تميزاً شديداً بدينامية « المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا » ، التى كانت الأولى فى تحديد المنافذ التجارية الرئيسية : إنتاج مواد دوائية ابتداءً من الهندسة الجينية والتشخيصات البشرية ، بداية من أجسام مضادة أحادية الاستنابت الوراثة المتماثل<sup>(١)</sup> ، أو النباتات أو الحيوانات المطورة جينيا ، والمعدات والتوريدات المرتبطة بالأساليب والطرق الجديدة للبيوتكنولوجيات .

### الأحداث الرئيسية فى التطوير التجارى للبيوتكنولوجيات

١٩٧٣ — أول نقل لجين فى E.Coli قام به Boyer & Cohen

١٩٧٤ — حقق Cesar Milstein و George F.Kohler ( من

معمل البيولوجيا الجزيئية بكمبريدج بالمملكة المتحدة )

أول هيبريدم ( وهو خلية لاتمتوت ناتجة من اندماج

خلية طحال خروف وخلية سرطانية لفأر ) ينتج

الاجسام الأولى المضادة ، الاحادية الاستنابت الوراثة

المتماثل .

(١) الاستنابت الوراثة المتماثل هو استنابت نسخة متماثلة وراثية لكائن حي باستبدال نواه خلية من جسم الكائن الحي بنواه بويضة غير مخصبة .

١٩٧٦ — أسس Herbert Boyer ( جامعة ستانفورد ) و Robert Swanson ( باحث عن مشاريع استثمارية ) ، مؤسسه Genentech لاستغلال الامكانيات التجارية للهندسة الوراثية .

١٩٧٧ — أول إنتاج لبروتين ( السوماتوستاتين ) الناتجة عن تركيبات وراثية متكررة ( حققت مؤسسه جيننتك )

١٩٨٠ — قرار المحكمة العليا في الولايات المتحدة في قضية Diamond ضد Chakrabaty بمنح براءة خاصة بكائن حي مجهرى .

— براءة اختراع خاصة بطريقة نقل جينه ، منحت لكوهين Cohen وبوايه Boyer

— أول نشر لسعر اسهم جيننتك في سوق الأوراق المالية : صعدت الأسعار من ٣٥ دولاراً الى ٨٩ دولاراً في ٢٠ دقيقة .

١٩٨١ — أول اختبارات مرخص بتسويقها للتشخيص المؤسس على أجسام مضادة أحادية الاستنابت الوراثة المتماثل .  
— أول نشر لأسعار اسهم Cetus التى بلغت قيمتها الرأس مالية في سوق المال ١١٥ مليون دولار في هذا العرض على الجمهور .

— توقيع تعاقد بمحوث بين شركة هوكست ومستشفى ماساشوستس العام ( بمبلغ ٥٠ مليون دولار )  
— إنشاء أكثر من ٨٠ مؤسسة جديدة تعنى بالبيوتكنولوجيا في الولايات المتحدة

١٩٨٢ - أول لقاح حيواني أساسه الهندسة الوراثية ، اعتمد

للتسويق في أوروبا

- أول منتج صيدلى أنتجته الهندسة الوراثية

( الأنسولين الآدمي ) إعتمد للتسويق في الولايات

المتحدة والمملكة المتحدة .

١٩٨٣ - أول نقل لجينة مع الظهور ، تم في نبات ( حققته في

آن واحد افرقه مونسانتو واغريجينيتكس Agrigenetics

Monsanto & بالولايات المتحدة ) .

بين عامى ١٩٧٥ و١٩٨٤ تأسست أكثر من مئة مؤسسة جديدة تعنى بالبيوتكنولوجيا ( انظر الجدول ٢ ) . وأخذت تقوم تدريجيا بدور من الدرجة الأولى في تطوير المعلومات التطبيقية - كانت جيننتك ( وهى كبرى المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا ) الشركة التى أنشأها هربرت بويايه في ١٩٧٦ ، أول شركة تمكنت في ١٩٧٣ من انتاج بروتين ( السوماتوستاتين ) منبثقة عن تركيبات متكررة وراثية . وهذا الحدث الأول الهام الذى لم يكن له إلا فائدة تجارية صغيرة تبعه في ١٩٧٨ إنتاج أنسولين وفي ١٩٧٩ إنتاج هرمون النمو الآدمي . وهاتان المادتان تستعملان في علاج مرضى السكر والقزمية على التوالى . والتقنية بسيطة في تصورها : إنها تتمثل في تحديد الجينة التى تشكل مفتاح انتاج البروتين . وعزلها ونقلها الى *Escherichia Coli* وهى بكتيريا تمكنها من الترععر فيها . وقد توصل باحثو جيننتك في اختبارهم الأول الى الحصول على بعض مليجرامات من السوماتوستاتين الآدمي بينما احتاج روجيه جيومان Roger Guillemin الذى اكتشفت تلك الهرمونة في الخروف ، إلى أكثر من ٥٠٠ ٠٠٠ غم لاستخراج الكمية ذاتها . وقد دلت تلك التجربة على أنه من المستطاع تحقيق انتاج وافر من المواد العلاجية الباهظة التكلفة ابتداء من بكتريات معدلة .

وبينت في عام ١٩٧٥ أعمال ملستين وكوهرل Milstein & Kohler الخاصة

بالاندماجات الخلوية ، انه من المستطاع خلق خلايا لاحتوت ، ال **Hybridomes** ناتجة عن اندماج خلايا كريات لنقاويه وخلايا سرطانية . وتنتج الهيدرومات **Hybridomes** أجساماً مضادة أحادية الاستنبت الوراثى المتماثل ، أو أحادية التحديد، لها خاصية التعرف على أنواع محددة من المولدات المضادة ومن ثم لا تتفاعل الا في حالة وجود فيروس أو عوامل تلوث معروفة . في ١٩٧٨ كانت هيريتك **Hybritech** ، الشركة الأولى التي تأسست في الولايات المتحدة لتطوير اختبارات تشخيص جديدة ، ابتداء من تلك التقنية . واليوم يوجد في العالم أكثر من ١٥٠ شركة تعمل في انتاج هذا الجيل الجديد من الفحوص .

وأخيرا يشكل تحول النباتات المزروعة بتقنيات الهندسة الوراثية ، المجال التطبيقى الثالث الذى أخذت تغزوه المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا . من الناحية التصورية تشكل التقنيات الجديدة أدوات قوية للغاية ، حيث أنها تمكن من تجاوز الحدود التقليدية التى يفرضها التناسل الجنسى . وفي نهاية السبعينيات ، كان يبدو اذن أنه من المستطاع الحصول على نباتات تقاوم الجفاف ونسب ملوحة مرتفعة فى الأرض ونباتات تثبت النتروجين الجوى ... وتأسست نحو عشرين شركة لتطوير هذه التقنيات وكان أكثر المعروف منها شركتا **AgriGenetics** و **Calgene** .

ولكن المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا لا تتقدم فقط في مجال المعلومات المطبقة . إن تنقيح أساليب جديدة أو الحصول على منتجات جديدة تحثها بصفة عامة على الوصول الى « حد التكنولوجيا » ، فهى إذن تسعى إلى تطوير وتقديم معرفة أساسية . والدليل على هذا الاتجاه في أهمية اسهامات باحثى المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا في المجالات المتخصصة ، أو في الندوات العلمية : يقال إن باحثى **Genentech** نشروا عدة مئات من المقالات العلمية منذ إنشاء الشركة .

جدول ( ٢ )

إنشاء مؤسسات جديدة في الولايات المتحدة ، تعنى بالبيوتكنولوجيا

الإسم	العدد	تاريخ الإنشاء
Cetus; Bio Response	٥	١٩٧٥ — ١٩٧٠
Genentech	٣	١٩٧٦
Genex	٣	١٩٧٧
Biogen, Hybritech, Collaborative	٤	١٩٧٨
Research		
Molecular Genetics Monoclonal	٤	١٩٧٩
Antibodies		
Calgene	٢٦	١٩٨٠
Genetic Systems Integrated	٤٣	١٩٨١
Genetics		
	٢٢	١٩٨٢
	٣	١٩٨٣
	٣	١٩٨٤

المصدر : [ ٤ ] و [ ١٣ ]

ولا ينبغي أن تكون أهمية المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا في مجال التقدم الذي أحرزته المعارف ، مثاراً للدهشة . فهي الأولى ، بحكم مرونة بنيتها ( قبل الجامعة أو المجموعات الصناعية ) في تشكيل أفرقه ذات التخصصات المشتركة تجمع الاختصاصات المختلفة اللازمة لانبثاق مبتكرات في هذا المجال . وتتكرر بالطبع هذه الصفة العلمية السائدة على صعيد تشكيل هيئة العاملين في المؤسسات ، كما تسود أيضاً إنشاءها : بين ١٩٧٠ و ١٩٨٦ ، كان ٣٨٪ من منشئي المؤسسات الأمريكية الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا من القادمين من

الجامعة . وهذه النسبة أكبر بكثير في المؤسسات جديدة الانشاء ( ٥٢ % ) .

إن منشئ المؤسسة الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا لا يمولونها إلا بكيفية هامشية جدا لبدء تشغيلها . فسوانسون Swanson وبوايه Boyer ( مؤسسا Genentech ) دفعا مثلا مبلغا أصليا بصفة شخصية قدره ٥٠٠ دولار لكل منهما . ولنلاحظ عرضا أن الأسهم التي يتألف منها رأس مالهما بلغت قيمتها في ديسمبر ١٩٨٦ ، ١٩٧٣ مليون و ٨٨ مليون دولار على التوالي ( حسب ماجاء في مجلة Genetic Engineering News ، عدد فبراير ١٩٨٧ ) .

إن تكلفة بدء التشغيل ، دون أن تكون مرتفعة جداً ، تتجاوز القدرات التمويلية الشخصية . وقد قدرت في ١٩٨٠ بما يتراوح بين ٦ أو ٧ ملايين دولار للسنوات الثلاث الأولى لوحدة صغيرة تعنى بالهندسة الوراثية — وحدة أكبر أكثر قدرة على البقاء تتكلف ١٠ — ١٢ مليوناً بينما منشأة متخصصة في الأجسام المضادة الأحادية الاستنابت المتأصل وراثيا لا تستوعب الا ٣,٥ — ٤ ملايين خلال السنوات الثلاث الأولى . ([١٣] ، ص ٢٥ ) . وفي مراحل التطور الأولى للبيوتكنولوجيا ( ١٩٧٦ — ١٩٧٩ ) لم تكن المجموعات الصناعية والبنوك مستعدة لتمويل مثل هذا النشاط . ففي غياب الخبرة في مجال التكنولوجيا والأسواق ، كان الشك السائد لا يمكن من تقدير المقاييس التقليدية ( الأمل في الأرباح ، المخاطرة ) لقرار الاستثمار .

في المرحلة الأولى ، تلعب هيئات رأس المال دوراً أساسياً في إنشاء الشركات . فهي تقدم رؤوس الأموال بشكل أموال فعلية أو شبه أموال فعلية مقابل مقاعد في مجلس الإدارة . وبعد سنتين أو ثلاث سنوات من الانشاء ، يتعين على الشركة أن تسوّق أول منتجاتها . وهي تعي ، نظرياً ، باحتياجاتها التمويلية الجديدة ( المرتبطة بالاستثمار والاحتياجات الخاصة بصندوق التشغيل ) بادخال أسهمها في سوق المال أو باندماجها في مجموعة صناعية . وخلال تلك المرحلة تستعيد

هيئة رأس المال المخاطر المبلغ الذى دفعته أصلا مضافا اليه قيمة إضافية لأبأس بها .

وكما رأينا فإن المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا تستفيد من الوضع المؤاتى بقدر ماتكون الفرص الجديدة المرتبطة بالألكترونيات الدقيقة أقل . وابتداءً من بداية الثمانينيات ثمة عامل ثانٍ اتخذ يقوم بدور هام : الاتجاه الى الفصل بين المجال الحقيقى والمجال المالى الذى تعتبر وقائع سوق المال أحد مظاهره . فبينما كان النشاط الاقتصادى يتقدم ببعض النسب المثوية فى السنة ، كانت مؤشرات القيم المنقولة تتضاعف أربع مرات فى الأسواق المالية بين ١٩٨١ و ١٩٨٦ . وقد ترجم ذلك ( بين أمور أخرى ) فى الولايات المتحدة بزيادة كبيرة فى رأس المال المخاطر الذى يتسم بسمة المضاربة الشديدة . ففى ١٩٨٠ كانت البيوتكنولوجيات ، بعد المعالجة الألكترونية للمعلومات والألكترونيات ، هى التى تجتذب أكثر رؤوس الأموال بنسبة بلغت ١١٪ من إجمالى رأس المال المخاطر ، وقد بلغت الاستثمارات المتجمعة فى هذا القطاع ٣٠ مليون دولار بين ١٩٧٥ و ١٩٨٠ و ٤٠٠ مليون دولار من ١٩٨٠ إلى ١٩٨٣ .

إلا أنه ابتداءً من ١٩٨٠ لم تستفد البيوتكنولوجيات من الزيادة السريعة لقدرة رأس المال المخاطر القوية : لقد لوحظ فك ارتباط ( نسبي ومطلق ) لهذا المصدر الرأسمالى . وقد حلت عند ذاك محل رأس المال المخاطر ( راجع الجدول ٣ ) عروض الأسهم العامة واستثمارات المجموعات الصناعية وعقود البحوث فى شكل المشاركة المحدودة فى البحوث والتطوير ( وهى صيغة اتفاق محدود للبحوث تستفيد من حوافز ضريبية ) .

وفى يناير ١٩٨٦ تجاوزت القيمة الرأسمالية للأسهم فى سوق المال ، الخاصة بالمؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيا ، أربعة مليارات من الدولارات . وقد بدت من جديد احتمالات تطوير المنتجات وشبكة التحقق بعد أن خيبت آمال المستثمرين فى ١٩٨٣ . ولم تعد البيوتكنولوجيات فى مرحلة النضوج ، ولكنها انتقلت حقا الى مرحلة التوسع التجارى لمنتجات الجيل الأول .



جدول ( ٣ )  
الاستثمار على شكل عروض عامة من الأسهم واستثمار  
الجموعات الصناعية والمشاركة المحدودة في البحث والتطوير

الاستثمار الإجمالي ( جلاشين الدولارات )	١٩٨٠	١٩٨١	١٩٨٢	١٩٨٣	١٩٨٤	١٩٨٥	الاجمعي
عدد العروض العامة	٣	٩	٦	١	٨	١	٢٦,٨
	٤٣	١٣٩	٢٠٩	٥٤٢	١٦٤	٢٩٣	١٣٦٢,٨
	٢	٤	١١	٢٤	٨	١١	٦٠

\* تسعة أشهر  
\*\* منها ١,٧٦٩ مليوناً عروض عامة من الأسهم و ٦,٢٣٨ مليوناً من المجموعات الصناعية و ١,٣٥٥ مليوناً للمشاركة المحدودة  
في البحث والتطوير .

المصدر : Biotechnology Newswatch ، ١٧ فبراير ١٩٨٦

## تشكيل التكنولوجيات

خصائص ثلاث للبيوتكنولوجيات لها أهمية أساسية بالنسبة للكيفية التي ستطور بها الأنشطة الاقتصادية . فالبيوتكنولوجيات عَرْضِيَّة أو مترابطة أو متكاملة .

ترجع السمة العَرْضِيَّة للبيوتكنولوجيات الى السمة العامة الشاملة لأصول القواعد الوراثية . فمهما كانت الأنواع ( حيوانات ، نباتات ، كائنات مجهرية ) والقطاعات المعنية ، تكون أساسا تقنيات الهندسة الوراثية دائما واحدة . إلا أن الهندسة الوراثية لن تمكن من أن تحقق وحدها ابتكاراً تجارياً . إذ يجب إقرانها بتقنيات إضافية قد تلعب في بعض الحالات دوراً حاسماً على رابحية العملية أو جدواها . فعلى سبيل المثال لانتاج مادة علاجية لايتمتع فقط تخليق البكتريا المتكررة التركيب ( هندسة وراثية ) ، بل أيضا التحكم في تكاثرها ( هندسة التخمر ) ، وتقنيات استخراج وتنقية البروتين المطلوب . وبصفة عامة يستند إذن الابتكار الى تآلف تقنيات أولية ، ومن ثم كانت السمة التركيبية للبيوتكنولوجيات .

ولهاذين السمتين أثر مباشر على الاستراتيجيات الصناعية . فبسبب السمة العَرْضِيَّة ، سوف تستطيع مؤسسة لها استثمار هام في تقنية أساسية من أن تستهدف عدة قطاعات تطبيقية . وهذا يشجع إذن مائكن تسميته « بالاستراتيجيات العنقودية التكنولوجية » ، أى تركيز المؤسسة مجدداً على كفاءة تكنولوجية خاصة واستكشاف منظم لمجالات التطبيق المحتملة<sup>(٢)</sup> . وبسبب السمة التركيبية ، كثيراً ما تصادف مؤسسة صعوبات في السيطرة على كل التقنيات والدرابات اللازمة ، ويشجع ذلك استراتيجيات تحالف أو تعاون .

---

(٢) يرجع مثلاً بشأن هذه النقطة الى Gest في :

Grappes Technologiques et Stratégies industrielles. Mc Graw Hill, 1986.

ومن جهة أخرى غالبا ماتكون البيوتكنولوجيات مكتملة للتكنولوجيات التقليدية . وهذه المشاركة في الدرايات التقليدية تُظهر مشكلات مقصورة على قطاعات التطبيق . ويمكن التذليل على هذه الفكرة بمثالين ، في « مجال البنور » ، سيظل الانتقاء النباتي الوسيلة الأساسية للسيطره على التفاعلات الشاملة بين النبات والبيئة . وتشكل هذه التقنية إذن نقطة عبور إلزامية لاستثمار « الابتكارات » البيوتكنولوجية . وتتكرر هذه الظاهرة أيضا في عالم الصيدلة . فبالرغم من أن البيوتكنولوجيا تمكن من خلق مواد علاجية جديدة تماما ، يبدو حاليا أن المعارف الخاصة بعلم العقاقير تلعب دورا حاسما في تحديد المنافذ الجديدة .

وهكذا ، إذا جاز القول في بداية الثمانينات ان البيوتكنولوجيات ستحدث خفضا للحواجز التي تعترض الدخول ، وتفتح نوافذ استراتيجية ، يبدو اليوم أن المنطقيات الاستراتيجية التقليدية وتخصصات قطاعات التطبيق ستلعب دورا من الدرجة الأولى في تطوير تلك البيوتكنولوجيات وستجنب اذن الحديث عن البيوتكنولوجيا باعتبارها كياناً متجانساً ليس له وجود في حد ذاته . ومن جراء ذلك يصعب وضع تقييم شامل للسوق المتوقعة ، حيث أن الأمر يقتضى الجمع مثلا بين الألبان المخمرة والأنسولين الآدمي ، وبالطبع ليس لذلك دلالة كبرى .

## السوق المحتملة وقطاعات التطبيق

مع مراعاة مشاكل التعريف ( يجمع اليابانيون بين كل ما يتعلق بما هو حي بينما يأخذ الأمريكيان بتعاريف ضيقة ) والمشاكل المتعلقة بتباين « المنتجات البيوتكنولوجية » ، يختلف للغاية تقييم السوق المحتملة للبيوتكنولوجيات وحسب المصادر ، قد تمثل هذه السوق قيمة محتملة قد تتراوح بين ١٠٠ و ٥٠ مليار دولار في سنة ٢٠٠٠ ، ورغم عدم دقة التقييم ، هذا مبلغ كبير جداً إذا ما قورن مثلا بسوق الصيدلة التي بلغت ٨٠ مليار دولار في ١٩٨٥ .

جدول ( ٤ )

الأسواق العالمية للمنتجات المشتقة من البيوتكنولوجيات « الجديدة »  
( بليارات الدولارات ، سنة الأساس ١٩٨٥ )

١٩٨٥	١٩٩٠	١٩٩٥	٢٠٠٠	% من السوق سنة ٢٠٠٠	
٠,٣	٤,٣	١٥	٤٥	١٨%	صيدله منها :
٠,٢	٣	٩,٥	٣٢		— علاج
صفر	١,٢	٤,٣	١٠		— تشخيصات
٠,١	٠,٣	١,٢	٣		— لقاحات
١,٧	٢,١	٤,٦	٩	٢٠%	زراعة غذائية
٠,٥	١	٢,٨	٤,٨	٥٠%	معدات وأدوات
	٠,٣	١,٢	٥	٣,٣%	زراعة
	٠,٤	١	٢	١,٣%	إزالة التلوث
		٠,١٥	٠,٣	٦,٣%	كيمياء
					طاقة
٢,٥	٨,١	٢٤,٧٥	٦٦,١	١٠٠%	المجموع

المصدر : SRI, The World Biotech Report, 1987

بالتفكير المنطقي حسب الضوابط الحالية ، تشكل الصيدلة مجال التطبيق الرئيسي للبيوتكنولوجيات ( راجع الجدول ٦ ) . وفي بداية الثمانينيات ، أضفى ثقل أهم بكثير على تطبيقات البيوتكنولوجيات في قطاعات الكيمياء والزراعة الغذائية إلا أنه ظهرت معوقات هامة .

القدرة التقليدية على الابتكار : تستند المنافسة في الصيدلة على خلق منتجات جديدة بينما تستند في الزراعة الغذائية على مجهود التسويق . فالمجموعات الصيدلانية تمردت على أن تولّد هي ذاتها ابتكاراتها بتكريس قسط هام من مواردها

للبحوث والتطوير ، ( أكثر من ١٠٪ من رقم اعمالها ) ، ومع الحفاظ على تعاونات وثيقة مع البحوث العامة . وعلى النقيض من ذلك تميل الزراعة الغذائية تقليديا الى الاستحواز على الابتكارات الصادرة عن قطاعات أخرى . ورغم أهمية المجالات التطبيقية ( على سبيل المثال ، طرق التخمر ) ، فان انتشار البيوتكنولوجيات في هذا المجال يقدر له أن يحدث في مرحلة تالية ، بعد أن تكون قطاعات أخرى قد بلغت بها مستوى نضوج يتوافق مع وظيفته التكنولوجية . وفي هذا الإطار العام ، نلاحظ الاستثناء المرموق الذي تشكله مؤسسة يونيليفر Unilever التي تتجاوز حاليا ميزانيتها المخصصة للبحوث والتطوير في مجال علم الأنزيمات جملة مشترياتها من الأنزيمات ، ومشروع شركة نستله Nestlé في إنتاجها « في الأنابيب » مواد إضافية غذائية .

في الكيمياء تتميز عادة مجموعتان فرعتان كبيرتان : الكيمياء الثقيلة القائمة على إنتاج منتجات وسيطة مستخدمة في الكيمياء التركيبية ( الإنجليز ، البروييلين ... ) ، تستلزم استثمارات هامة . ويميل الاتجاه في هذا المجال الى خفض التكاليف بالافادة من وفورات الحجم ، وكثيراً ما أدى ذلك الى قدرات إنتاجية فائضة . ومع مراعاة التطور السريع للبيوتكنولوجيات ، فان الاستثمار في أساليب جديدة يمثل مخاطرة بالغة . وبينما كان يتوقع إحلال الأساليب الانزيمية محل الأساليب الحفازة التقليدية ، كانت أوجه التقدم في هذا المجال بطيئة ومتعده . وتعتبر المشروعات انها من ذات الاجل الطويل جداً . ويدخل عادة في هذا المجال إنتاج الطاقة بالتخمر ابتداءً من الكتلة الحيوية ( انتاج الميثانول أو الكحول ) . والمعروف ان الإبقاء على خطط كحولية في الهند والبرازيل مرتبط جداً بالدعم المقدم من الدولة . وقد أعلنت المجموعة الأوروبية في ١٩٨٧ عن خطة لانتاج الإيثانول من القمح والبنجر السكري . ومنذ ١٩٨٥ حذرت لجنة الخبراء المعنية بالسياسة العلمية والتكنولوجية لمنظمة التعاون والتنمية الاقتصادية من مثل هذه المحاولات التي مفادها حل مشكلة سياسية بسلوك طريق اقتصادي مسدود . وفي الوضع الحالي للتكنولوجيا ، تكون صناعة الإيثانول مجزية تنافسيا مع التخمير

النفطى ، اذا زادت أسعار النفط الخام بنسبة ٥٠ ٪ . وقد نوه أحد الخبراء فى هذا المجال بمخطر التطوير السابق للأوان لبيوتكنولوجيات « رديئة » قد تبطلء تطوير البيوتكنولوجيات برمتها .

إن الكيمياء الرفيعة تنتج بكميات ضئيلة جزيئات ذات قيمة مضافة عالية: مواد أولية للصناعة الصيدلية ولبواد التجميل، منتجات زراعية كيميائية، مواد مضافة غذائية، منظّمات. إن أثر البيوتكنولوجيات مرموق من الآن فى مجال الانزيمات الصناعية، (التي تمثل سوقا قيمتها ٥٠٠ مليون دولار منها ٦٠ — ٧٠ ٪ فى القطاع الزراعى الغذائى)، ومجال التخمرات الصناعية (السكاكر العداديه الجروثومية، والأحماض الأمينية) وفيما يتعلق بالمستقبل، فان مجموعات الكيمياء الرفيعة التى تتبع فى مجملها استراتيجيات مغامرة فى البيوتكنولوجيات، ستفيد من أوجه التقدم المحرز فى هندسة البروتينات (أنظر القسم التالى).

إلا أنه من الواضح أن أساليب التنبؤ التى تمكّن من تقييم الأسواق المحتملة، تستند إلى استكمالات استقرائية «خطية» وضعت ابتداءً من الضوابط الحالية للتكنولوجيا. فهى إذن مرتبطة ارتباطا شديداً «بالجيل الأول» من المنتجات الذى يظهر تدريجيا فى السوق. إلا أنه مازالت للبيوتكنولوجيات قدرة تطور وثمو لم تتحدد بعد اليوم الى حد كبير أشكالها العملية.

## الانجازات الحالية والتوقعات

لم تمكن البيوتكنولوجيات بعد من خلق إلا القليل من المنتجات. وعلاوة على ذلك فان هذه المنتجات عامة «شفافة» بالنسبة للمستهلك النهائى: أى أنه سواء أكان منتجا علاجيا تم التحصل عليه بالطريقة الكلاسيكية أو بأسلوب بيوتكنولوجى فذلك لايفير شروط استعماله. وعلى هذا، فيما يتعلق بجزء كبير من تطبيقات هذا المنتج، يـم الاندماج فى «المجتمع البيوتكنولوجى» بصورة لاواعية.

## الجيل الأول من المنتجات والأساليب.

تيسيراً للأمر، كثيراً ماتعتبر بعض أساليب التخمر أو التي تستعمل تفاعلات انزيمية على أنها بيوتكنولوجيات: ومن أمثلة ذلك الأيزوجلوكون (مادة محليّة مستخرجة من نشا الذرة)، أو انتاج الأحماض الأمينية (ليزين، ميثيونين)، أو كذلك بعض المواد المضافة الغذائية (جلوتامات الصوديوم). غير أن هذه التطبيقات ليست لها أى صفة مشتركة مع البيوتكنولوجيات كما اتفق على تعريفها عامة في الولايات المتحدة: أى أنها التكنولوجيات الجديدة المتعلقة بما هو حي، المرتبطة باكتشافات السبعينيات (مايدعى في فرنسا البيوتكنولوجيات الجديدة). ولم يتوفر في ١٩٨٧ إلا عدد قليل فقط من التطبيقات التجارية في الصيدلة (منتجات علاجية، اختبارات تشخيص) وكذلك في الزراعة.

### ● المنتجات العلاجية:

كما ورد سابقاً، من المعروف منذ ١٩٧٧ أنه من المستطاع انتاج أى بروتين له مفعول علاجي، من بكتيريا متكررة التركيب إلا أن الطريق مازال طويلاً بين هذه الامكانية التصورية والتحقيق الفعلي، حيث أنه في ١٩٨٧ لم يتم تسويق الا ثلاثة بروتينات متكررة التركيب: هرمون النمو الآدمي، الأنسولين والانتريفيرون. حلت المادتان الأولتان محل منتجات موجودة في السوق: كان من المستطاع استخراج هرمون النمو من الغدة النخامية للجثث ولكن الكميات المتاحة كانت قليلة. أما الأنسولين الآدمي فسوف يغطي على الأنسولين الحيواني المنقى تنقية عالية الذي تنتجه تقليدياً شركات نوفو (الدانمارك)، وهوكست (جمهورية المانيا الاتحادية)، وسكويب (الولايات المتحدة)، وإلى ليلي (الولايات المتحدة). أما الانتريفيرون فهو مادة مضادة للفيروس تخلفها تركيبها الخلالي المصابة بفيروس. وهي تمكن من الحد من العدوى الفيروسية وتفادى امتدادها الى الجسم كله. وقد أثبتت أيضاً الاختبارات التي أجريت في السبعينيات أن حقن الانتريفيرون في فئران

مصابة بالسرطان يطيل من عمرها. ومن ثم كان الاهتمام المتزايد بتركيب تلك المادة التي لم يكن من المستطاع انتاجها إلا بالهندسة الوراثية. وبعد إجراء الاختبارات العلاجية ساد الشك فاعلية الانتفرون في مكافحة السرطان. الا أنه يبقى مفيداً ضد الأمراض الفيروسية التي لا يوجد لها لقاح بعد (القوباء، التهاب الكبدى وربما الاليدز) وقد اكتسب في السوق العالمية نصيباً قدره ٨٠٠ مليون دولار وتجاوزت مبيعات الأدوية الأخرى التي اساسها البروتينات (الأنسولين وهرمون النمو وال t-PA وهو مضاد للتجلط من صنع شركة جننتك) مليارى دولار.

ومع ذلك، لم تكن الانجازات على مستوى التوقعات: فلا تكفى عقبات اللوائح بتأخير انتشار هذه المنتجات بل ان تكاليف انتاجها كثيراً ما تكون مانعه. فلاكتيفاز Activase (وهو الاسم التجارى لل t-PA) المستعمل ضد احتشاء عضلة القلب، ثمة عشرة اضعاف ثمن الاستربتوكيناز وهو منتج يُحصل عليه بالتركيب الكيميائى والمزايا فيما يخص الامان والنشاط العلاجي ابعد ماتكون عن التعويض عن الفرق في الثمن.

ولكن ينبغي الا تنسينا هذه الصعوبات اننا مازلنا في مرحلة انبثاق تتميز بهوامش واسعة لتحسين الاساليب والمنتجات. ففي ١٩٩٠ كانت المنتجات البيوتكنولوجية تحتل، للسنة الثالثة المتتالية، المكانة الأولى بين المواد العلاجية الجارية دراستها في هيئة البحوث والتطوير (٥٧٧ منتجاً في مرحلة البحث السابق للبحوث الاكلينيكية و ٧٥ في المرحلة الأولى و ٧٢ في المرحلة الثانية و ٣٨ في المرحلة الثالثة و ٢٠ في المرحلة السابقة للتسجيل).

زد على ذلك أنه بينما كان الاعتماد كاملاً على الاسكيميكيا كولى ، أصبحت الآن انظمة تصرف عديده متاحه لانتاج جزيئات متكررة التركيب : الخمائر ، خلايا الحشرات — الخلايا الحيوانية بل والنباتات أو الحيوانات

(٣) ورد ذكر ذلك في Bio/Technology ، عند مارس ١٩٨٧ ص ٢٠٤ .



### ( التشكيل الجزيئي Molecular forming ) .

ويمكن أيضا الهندسة الوراثية من إنتاج لقاحات جديدة (لقاحات لا تحتوي إلا على الجينات المضادة للجراثيم). وقد طرح في السوق أول لقاح أنتجته الهندسة الوراثية في ١٩٨٤. وكان مخصصا لمكافحة إسهال الخنزير الحديث الولادة ويسوقه AKZ0 في هولندا و Cetus في الولايات المتحدة و Rhone-Merieux في فرنسا<sup>(٤)</sup>. وفي يونيو ١٩٨٦، حصلت شركة Merck Sharp & Dohme على ترخيص لتسويق لقاح مضاد لالتهاب الكبد B (RecombivaxHB). من المتوقع أن تعالج باللقاح، بفضل التقنيات الجديدة، الأمراض الفيروسية ذات الجينات المضادة المتغيرة: الملاريا في ١٩٩٠ والايذز في مستقبل قريب.

### ● اختبارات التشخيص :

في عام ١٩٨٥ بلغت مبيعات مجموعات الاختبار التشخيصي الجديدة التي أساسها الأجسام المضادة الأحادية الاستنابت المتماثل وراثيا ، ٢٠٠ مليون دولار . ونذكر بين مجموعات الاختبار العديدة المسوقة : مجموعة تشخيص الأمراض القابلة للانتقال عن طريق الجنس ( الايدز - ا لتي تم تنقيحها في معهد باستير - والسيلان والقوباء herpes ) . ومجموعات تشخيص الأورام السرطانية ، ومجموعات اختبار أمراض الجهاز التنفسي ، والأمراض المعدية البكتيرية ، ومجموعات الاختبارات السابقة لزرع الأعضاء ، ومجموعات اختبار الحساسيات ، ومجموعات اختبار الحمل أو الإباضة والتي تم في أقل من خمس دقائق ([ ١١ ] ، ص ١٦ ) . ويمرر معظم تلك الاختبارات في المعمل . وبذلك لن يعرف إذن الجمهور أوجه التقدم التي حققها تلك الاختبارات من حيث السرعة والتكلفة والدقة . ومقابل ذلك فإن تطوير اختبارات سريعة جداً ومبسطة الاستعمال ستجعل في متناول الجمهور أدوات تحليل معقدة ( مثل اختبارات الحمل ) . ويعتبر أنه في ١٩٩٠ لن

---

(٤) مجلة Sciences & Techniques عدد نوفمبر / ديسمبر ١٩٨٧ ص ١٨ .

تمثل الأجسام المضادة المتعددة الاستنابات المتماثل وراثيا الا ١٥٪ من سوق وسائل الاختبار التشخيصي التي ستغزوها الأجسام المضادة الأحادية الاستنابات المتماثل وراثيا ( ٦٠٪ ) بينما تكون اختبارات الـ ADN قد استأثرت بـ ٢٥٪ من السوق (٥). ومنذ اكتشاف الهيدرومات في ١٩٧٥ ، أعدت عشرات الآلاف من وحدات الاختبار ويقدر أن الزيادة السنوية لهذا المخزون تقارب الـ ١٠٠٠٠ . ويعنى ذلك أن كمية مجموعات الاختبار المحددة الغرض ستصبح عما قريب لا حصر لها [١١] ص ١٥ ) . وينتظر أن تمثل السوق العالمية حوالى ١٠ مليارات دولار في عام ٢٠٠٠ ( جدول ٤ ) .

### ● التطبيقات الزراعية

إثر الأعمال الرائدة التي قام بها المعهد القومى للبحوث الزراعية في مدينة ديجون في الخمسينيات أصبح اليوم التكاثر المجهرى في الأنبوب تقنية روتينية . وأخذ يحل تدريجيا محل التكاثر التقليدى بزرع أجزاء من النبات . وهذه الوسيلة تتيح الحصول على أكثر من ألف نبات في السنة ابتداء من نبات واحد ، ولها من جراء ذلك ميزة كسب الوقت والاقتصاد في المجال وتحسين النوعية الصحية للنباتات الناشئة . وقد أصبحت هذه التقنية دارجة الاستعمال في بعض أنواع الزهور أو الأشجار ( ومنها العنب ) وهي تستعمل أيضا لانتاج نباتات الفراولة التي يجدها في السوق هاوى الحدائق . وقد تمكنت هذه التقنية ذاتها أيضا — بفضل أسلوب التجدد — من مواصلة زراعة «La belle de Fontenay» وهي سلالة من البطاطس تحوز التقدير ولكن كانت تصاب جذورها بالفيروسات . إن الأساليب الأحادية (haplomethodes) المرتبطة ارتباطا وثيقا

---

(٥) H.Schoemacher وغيره في :

Diagnostics: le challenge anlicorps monoclonaux-sondes ADN

في مجلة Biofutur عند مارس ١٩٨٥ .

بالاستنباتات البكتيرية في أنابيب الاختبار تصبح أداة قيمة للمنتقي : فبدءاً من عضو ذى جنس معين أحادى ( لايتحوى إلا على نصف مخزونات الكروموزومات ) ثم لإحداث تضاعف الكروموزومات بمعالجة بالكولشيسين ، يمكن الحصول سريعاً على سلالة ناتجة عن اتحاد خلية تناسلية مع خلية أخرى متائلة لتكوين خلية تتطور الى كائن جديد له ذات الخصائص . وهذا يخفض زمن الانتقاء من عشر سنوات الى ثلاث سنوات . وتستخدم هذه التقنية استخداماً جارياً في القمح والشلجم .

ولكن أهم الآمال تنعقد على تطبيق تقنيات الهندسة الوراثية على النبات . في ١٩٨٣ كانت أفقره مونسانتو Monsanto و Agrigenetics ( الولايات المتحدة ) أول من أعلن عن الحصول بالهندسة الوراثية على نباتات تبغ مقاومة لمضاد حيوى وثمة أفقره عديدة تعمل اليوم لنقل جينات ذات فائدة زراعية : الجينات المقاومة لمبيدات الأعشاب أو للحشرات أو للفيروسات والتحكم في المحتويات من الأحماض الدهنية أو الأحماض الأمينية وإبطاء النمو بعد الحصاد فيما يخص الفاكهة والخضر . [١٢] وتتعلق أول التطبيقات التجارية بالخصائص التى تتحكم فيها جينة واحدة : مقاومة مبيدات الأعشاب الضارة ، مقاومة الحشرات ، وتحسين محتوى الحب من الأحماض الأمينية الأساسية . ومن المتوقع أن تطرح هذه التطبيقات في السوق في بداية التسعينيات . وتخلق حبوب تستوعب نتروجين الجو ، والذي كان موضوع دعاية واسعة في بداية الثمانينيات ، تأجل الى المدى البعيد . والواقع ان من جهة ، الآلية الوراثية معقدة للغاية ( عدد الجينات المثبتة للنتروجين يبلغ سبعة عشر ) ، ومن جهة أخرى قد يحدث استيعاب النتروجين الخفضاً في الانتاج بالنقاط جزء هام من الطاقة التى يستوعبها النبات . فلا بد إذن من عمل أساسى لتحسين قدرة التمثيل الضوئى قبل التفكير في هذا على الصعيد الاقتصادى .

وفما يتعلق بتربية الماشية ، من المتوقع أن يتسع استخدام الهرمونات لتحسين الانتاج الحيوانى ( من الحليب أو اللحم ) في القريب العاجل . وتدل

التجارب التي أجريت أنها تمكن من زيادة إنتاج الحليب من البقرة الواحدة بنسبة تتراوح بين ١٠ و ٢٥٪ في المتوسط على مدى فترة إنتاج الحليب . وتقدر قيمة السوق العالمية لهرمونات الأبقار بحوالى ٥٠٠ مليون الى مليار دولار . وتقوم شركة مونسانتو بالدور الرائد في تطوير السوماتوتروبين التي تثير أيضاً اهتمام شركات أمريكان سياناميد American Cyanamid و إلى ليل Eli Lilly و أيجون Upjohn . وفي فرنسا ، فضلت شركة سانوفي Sanofi الاتجاه الى انتاج السوماتوتروبين وهو العامل المطلق للسوماتوتروبين في المتعضى . الا أن بالرغم من اثبات عدم ضرر الهرمونات البقرية ، فلم يصرح في بداية ١٩٩٢ ببئها لا في اوربا ولا في الولايات المتحدة وتتصدى لانتشارها مقاومات اجتماعية اقتصادية : فأخذوا بالاعتبار لانتاج مفرط في البنية ، قد يحدث استخدامها في الواقع تدهوراً في الزراعات الصغيرة .

تتميز التطبيقات الزراعية للبيوتكنولوجيات بميزة ملحوظة على المنتجات الصيدلية وهي المستوى الأقل من الموانع النظامية . غير أن ثمة عوامل عديدة قد تبطئ انتشار المنتجات المبتكرة : الطفرة الزمنية للمنتجات الزراعية التي تشكل مكبحاً لزيادات الانتاجية ، وثقل مجموعات الضغط الزراعية — خاصة المجموعة المشتركة لصناعة السكر — وأخيراً الحساسية للمخاطر البيعية المرتبطة باستخدام كائنات دقيقة معدلة وراثياً .

## مبادئ خاصة بتطوير التكنولوجيات : هندسة البروتينات والوحدات الحيوية الدقيقة

فيما يتعلق بالهندسة الوراثية يتصف الجيل الأول من المنتجات ( الصيدلية بصورة رئيسية ) . بخاصيتين : تقوم الأساليب على استخدام البكتيريا *Escherichia Coli* . وتشكّل المواد المنتجة نسخة من مواد طبيعية يصعب الحصول عليها بالطرق التقليدية . وكانت نظم التخمير القائمة على الـ *E.Coli*

( وهى العامل الأساسى العام للهندسة الوراثية ) أيسر فى تطويرها فى مرحلة أولى ، لأن هذه البكتيريا سهلة المعاملة جدا وراثيا . وتوجد فى الوقت الحاضر عدة أنظمة متنافسة ، خاصة الأنظمة القائمة على الخمائر وعلى الخلايا الحيوانية . إن لها قدرة على تحسين انتاجية الأساليب المستخدمة بفضل إفراز محسن للبروتينات ، وهذا مناسب جداً فى حالة الانتقال إلى النطاق الصناعي وتستطيع ، بالامكانات التى تتيحها إضافة جزيئه سكرية ، أن تلعب دورا حاسما فى تحسين كفاءة البروتينات ذات الاستعمال الصيدلي .

وعامل التطور الثانى هو أنه سيتضاءل كون الجزيئات المنتجة مجرد نسخ للمواد الطبيعية ومن المفترض أن توفر هندسة البروتينات ، وهى علم جديد أخذ ينشأ داخل الجامعة ابتداءً من عام ١٩٨٢ ، الأدوات والمعارف اللازمة لهذا التطور . وكما يقول ج . ب . روجيل J.P.Rogel « اذا كانت الهندسة الوراثية تمكن من عمل المرغوب فيه ، فان هندسة البروتينات ربما ستمكن من معرفة ماينبغي عمله » (٦) . وهذا المجال البحثى الذى لايزال بعد فى مرحلة اساسية جداً ، يشمل مقومين كبيرين هما : معرفة الروابط بين التعاقب الوراثى وبنية البروتينات ؛ ثم إدراك ومعرفة الروابط بين بنيات البروتينات وأنشطتها أو وظائفها . والحجم التصورى لمثل هذا المشروع هائل حيث أنه يتمثل فى تمكن مطلق من المدونة الوراثية و « إضفاء السمة الاصطناعية » على لغة ماهو حي .

وحاليا مازالت المعلومات المتوفرة فى هذا المجال محدودة جداً . وكما يقال بسخرية ، لاتزال هندسة البروتينات فى مرحلة من « الازهاق البروتينى » : فحتى الآن ، انتهت بصفة رئيسية التعديلات التى أجريت ، الى إنقاص الوظائف الأصلية للبروتينات أو القضاء عليها . والأنشطة المختلفة التى تتألف منها هندسة البروتينات تستلزم عملا تشارك فيه التخصصات مشاركة حقيقية . فعلاوة على التخصصات البيولوجية ستلعب الوسائل الحسائية أى المعالجة الإلكترونية للمعلومات ، دوراً هاماً ، إذ يقدر ان فى الولايات المتحدة احتياجات المجتمع

العلمى القومى من البيولوجيا البنائية قد تتجاوز الطاقة المتمثلة فى حاسبين الكرونيين عملاقين من طراز « كراى » .

ومع مراعاة هذه الخصائص تركز اليابان والولايات المتحدة جهود البحث العام فى البرامج الكبيرة : معهد بحوث هندسة البروتين فى اليابان ، ( ميزانيتها ٦٠٠ مليون دولار على عشر سنوات ) ، ومركز البحوث المتقدمة فى البيوتكنولوجيا فى الولايات المتحدة .

لقد وضعت مؤسسات عديدة برامج فى هذا المجال فى ١٩٨٦ ومن بين أكثر هذه المؤسسات تقدماً ، نذكر حالياً جيننتك ونوفو وديون وفى فرنسا أنشئت خصيصاً مؤسسة **Biostructure** لإجراء بحوث فى هندسة البروتينات بالاستناد الى المعهد الوطنى للصحة والبحوث الطبية والمركز القومى للبحوث العلمية . وفى الولايات المتحدة ثمة مشاريع مشتركة بين مؤسسة **Biosym** وشركة كراى «Cray» للمعالجة الألكترونية للمعلومات . ويقدر أن العائدات على علم الانزيمات الصناعية ستكون ذات أهمية كبيرة ، ومن ثم يوجد احتمال تأثير على الكيمياء الرفيعة والكيمياء الثقيلة والمجال الزراعى الغذائى .

وبعيداً عن احتياجات المحاسبة الألكترونية المرتبطة بمعالجة المعلومات وتمثيل الجزئيات فى ثلاثة أبعاد ومعالجة الأساليب الخاصة بكل نوع معين من المسائل والتى تتيح التنبؤ بالصلة بين نبتة البروتينات ونشاطها ، تظهر اليوم أسطح بيئية أخرى بين هاتين التكنولوجيتين الرائدتين . وهكذا يدور الحديث عن استخدام أنسجة بيولوجية كمواد بديلة للدوائر المتكاملة التى أساسها السليسيوم لانتاج وحدات حيوية دقيقة قد تحسن اداءات الحاسبات الألكترونية المتفوقة . ويبدو فى هذا المجال أن الموضوع لايزال فى مرحلة النهج التصورى .

وهذا الاستعراض السريع للتطورات الحديثة يؤدى الى حقيقة مؤكدة : أن معظم المنتجات المنبثقة من البيوتكنولوجيات التى ستسوق فى عام ٢٠٠٠ لم تعرف بعد . ومن ناحية استراتيجيات المؤسسات فإن الشك التقنى بشأن الأساليب والمنتجات على حد سواء لايزال شديداً جداً .

### ثالثاً — هل ستعدل البيوتكنولوجيات النظام الصناعي ؟

تجاوزاً للنهج التقنى ومحاولات التقدير الكمي لأثر البيوتكنولوجيات فإن قيمتها الصناعية ستوقف على الاستراتيجيات التي يأخذ بها العملاء الاقتصاديون ( المؤسسات والدول ) . وهنا تثار عندئذ الأسئلة الكلاسيكية : هل المؤسسات الصغيرة أكثر ابتكاراً من المؤسسات الكبيرة ، وهل المنافسة مؤتية للابتكارات ؟ ولكن ستثار بصورة أعمق مسألة العلاقات بين التقنية والتنظيم . فنظراً للسمات البناءة للبيوتكنولوجيات ، هل تساعد على ظهور أشكال جديدة من التنظيم المنتج ؟ أو أنها على قدر كاف من « المرونة » كى يتم استيعابها دون التعرض للسلطات القائمة ؟ وسوف تتوقف بصورة خاصة اتجاهات السياسات الابتكارية التى تأخذ بها الدول ، على الاجابة عن هذه الأسئلة ( الفصل ٤ ) .

إن مرحلة ظهور البيوتكنولوجيات مرتبطة ارتباطاً شديداً بتطور المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة التى تشكل فى الولايات المتحدة نموذجاً حديثاً للتنظيم الصناعى والمالى . فما هو مستقبل هذا النسيج الصناعى الجديد ؟ وكيف ستكون أوضاع المجموعات الكبرى ؟

### المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة : هل هى نسيج صناعى انتقالي ؟

إن المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة ، بفضل قدرتها على تعبئة الدرايات

ورؤوس الأموال ، تسابق المجموعات الصناعية والسلطات العامة في خلق بنيات متوافقة ، مع تطور البيوتكنولوجيات . تحاكي البلدان الأخرى النموذج الأمريكي ولكن لا يأتي النجاح الا محدوداً حيث أن عناصره لا تتوفر كلها دائماً . من بين الشركات غير الأمريكية التي أنشئت ابتداءً من ١٩٨٧ ( راجع الجدول ) بيوجين Biogen ( سويسرا ) وسلتيك Celltech وهما وحدهما تقارنان من حيث الحجم بنظيرتهما الأمريكية . اما ترانسجين Transgene ، فرغم المستوى الرفيع للكفاءة العلمية لفرقها العامل ، وضعها هو كشركة خدمة : تركز فقط ٢٥٪ من مواردها لبرامج تطوير محددة .

فلما تحمل المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة غير الأمريكية مشاريع صناعية مستقلة . فهي إما فروع لمجموعات صناعية ( جنيتيكا Genetica ، كايجين Kabigène ) او هيئات نقل البحوث الجامعية ، ( وهذا هو حال العديد من الشركات الانجليزية ) ، وحتى الآن لم تطرح أى مؤسسة بيوتكنولوجيا أوروبية جديدة في سوق المال . في اليابان ، لم تنشأ أى مؤسسة بيوتكنولوجيا جديدة واذا كان نسيج مؤسسات البيوتكنولوجيا الجديدة مخصص نسبياً للولايات المتحدة ، إلا أنه يلعب بالرغم من ذلك دوراً في الدينامية العالمية للبيوتكنولوجيات .

بالاستثمار في البحوث تكتسب مؤسسات البيوتكنولوجيا الجديدة خبرة تستخدم بسبب الآثار الخارجية ، كتدريب للصناعة برمتها وتقلل من الشك التقني للاستثمار في هذا المجال . والواقع أن تلك المؤسسات ، كمي تعني باحتياجات تمويلها ، تنشر معلومات خاصة ببحوثها أو المنتجات التي تم تطويرها . وهي تعقد « بالتناسب لكل حالة » عقود بحث للمجموعات الصناعية لكل البلدان . ويلخص الأمريكيان هذه الوظيفة للمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة بالقول إنها تشكل « نافذة مفتوحة على التكنولوجيا » . ولكنها تؤدي ، بنوع ما ، هذا الدور « بحيرة » حيث أن هدفها تسويق منتجات بأسرع ما يمكن ( قبل المنافسين ) لرفع قيمة أسهمها لأقصى حد ( توقعاً



جدول ( ٥ )  
المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الرئيسية  
التي أنشئت خارج الولايات المتحدة

الاسم	التاريخ - الأصل	مجالات التطبيق
فرنسا جينيتيكا ترانسجين إيمونوتيك الملكة المتحدة سلتيك Agricultural Genetics Co. Imperial Biotechnology علم النبات Plant Science Twyford Plant Laboratories	١٩٧٩ - رون بولنك (١٩٦٥) ١٩٨٠ - باريسا (بيك باريس ومولندا) ELF-AOF-Moet-BSN ١٩٨١ - ١٤ مساهما ماليا الأوروبية على براءات INSERM على الـ ACM	هندسة وراثية - صحة . منتجات علاجية الأوروبية على براءات INSERM على الـ ACM AeM - هندسة وراثية وراثية نباتية علم الأحياء الجهرية الصناعي استجابات خلايا نباتية بيوتكنولوجيا نباتية

الاسم	التاريخ — الأصل	مخالات الطلق
سويسسرا بيوجين Biogen	Schering — ١٩٧٨ Plough, Monsanto	منتجات علاجية
السويد كابيجين Kabigen	Kabi Vitrum Cardio — ١٩٧٨	بروتينات — AcM

\* AcM — Anticorps Monodonaux: أجسام مضادة أحادية الاستيعاب المناعية وراثية .

المصدر : [ ١١ ]

لطلب رؤوس أموال جديدة أو استيعاب مجموعة صناعية لها ) . وبذلك تكون هي ذاتها في عملية تدريب يتوقف بقاؤها بصورة حاسمة على مرحلة تسويق الجيل الأول من المنتجات . وبما أنها متنوعة فهي لا تستطيع ، مثل المجموعات الصناعية « تجاوز » هذه المرحلة . فعليا اذن إجراء موازنة بين « سباق للحصول على براءات الاختراع » في المدى القريب وتطوير قدرتها التكنولوجية على المدى المتوسط والبعيد . وعلى هذا النحو معظم المنتجات البيوتكنولوجية التي استحدثت اليوم ، أنتجتها المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة .

## مؤسسات لا تنتج

كثيرا مايقال إن المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة تعيش على العائدات المالية لرؤوس الأموال التي جمعتها أكثر مما تعيش على المنتجات التي تسوقها . وفي ١٩٨٤ كانت المنتجات التي يبعث لانتزال هامشية . وهي تتألف أساسا من مجموعات الاختبار التشخيصي ( ومن هنا كانت أهمية مبيعات شركة Hybritech ) للمنتجات المستخدمة في الكيمياء الرفيعة ( سابقا الاسبرتام التي باعها مؤسسة Genex لمؤسسة Searle ) أو الأدوات ( Cetus ) . والشركات المطروحة أسهمها في سوق المال لا تعيش حتى الآن إلا على وعودها ( راجع الجدول ٦ ) .

في ١٩٨٦ ، كان المدخل المالي الذي تحقق في البيوتكنولوجيات في الولايات المتحدة يقارب المليار من الدولارات . وعلى سبيل المقارنة تمثل مبيعات المنتجات ٤٠٠ مليون دولار تقريبا . فالبيوتكنولوجيات لانتزال ، أساسا ، احتمالا يحوز ثقة المستثمرين : بين ديسمبر ١٩٨٢ وسبتمبر ١٩٨٧ ، تضاعف ثلاث مرات مؤشر سوق المال للشركات المتخصصة في البيوتكنولوجيات ( Biofutur/CCF ) وعلى مدى الفترة ذاتها تضاعف مؤشر دو جونز مرتين ونصف المرة . غير أنه اذا كان السعر المتوسط جيدا الا أن الأوضاع تتباين بين الشركات حسب الخيارات

جدول ( ٩ )  
الزمسات البيوتكنولوجية الجديدة الرئيسية في الولايات المتحدة : التطورات الاقتصادية  
( علائق الدولارات — ١٩٨٤ )

الاسم	عائدات الاستغلال	بيع منتجات	عقود بحث وتطوير	مصرفات بحث وتطوير	عائدات مالية بالنسبة القوية (/) عائدات ائتمالية
Amgen	٧١٢٣	٥٦٨	٦٥١٥	١٣٨٢٣	٣٠,١
Biogen	٢٢٨٨٨	صفر	٢٢٨٨٨	٣٥٠٢٨	٢٧,١
Cetus	٤٦٢٢٦	١٠٠٥	٤٤٣٥٩	٤٠٢٤٠	١٩,٣
Chiron	٥٨٨٦	٨٤١	٢٤٦٩	٧٦٠٢	٢٠,٤
Genentech	٦٥٦٢٧	صفر	٦٥٦٢٧	٥٤٩٨٢	٦,١
Genetic Systems	٥٤١٦	صفر	٥٤١٦	١٠١٧١	٣٩,٧
Genex	٢٦٤١٤	٢٠٦٧٠	٥٧٤٤	١٠٥٧٥	٢٤,٢
Hybritech	٣٠٨٢٦	١٤٥٩٩	١٦٢٢٧	١٣٧٠٠	٩,٢
Molecular Genetics	٦٣٧٠	١١٤٣	٥٢٢٧	٤٨١٠	٣٠,٩

المصدر : [١١]

الاستراتيجية التي تمت . وبين الجدول ٧ سعر أسهم الشركات قبل انهيار السوق المالية في أكتوبر ١٩٨٧ .

حققت Genentech ، بأربعة مليارات دولار ، مستوى قياسيا لرأس المال المتمثل في سعر أسهمها في سوق المال : فهو يعادل الاستثمار الخاص في البيوتكنولوجيات في الولايات المتحدة من ١٩٧٠ إلى ١٩٨٥<sup>(١)</sup> ، وفي هذا المستوى تتفوق آليات المضاربة على التقييم المالي . وعلى النقيض من ذلك تحاسب سوق المال بعض الشركات : Genex التي يشكل سبرل Searl عملها الوحيد في استراتيجية إنتاجها مواد كيميائية خاصة ؛ بيوجين Biogen التي أجبر رئيسها ( والتر جلبرت Walter Gilbert الحائز على جائزة نوبل ) على الاستقالة في ١٩٨٤ بسبب صعوبات في الإدارة ؛ و Molecular Genetics بسبب التأخير في التطبيقات الزراعية . وفيما عدا الأحداث الجارية ، يمكن تحديد الاختلافات في الخيارات الاستراتيجية التي أخذت بها تلك المؤسسات .

بعد فترة من « عبور الصحراء » عادت البيوتكنولوجيات منذ ١٩٩١ الى تجدد الاهتمام بها . ففي غضون سنة واحدة تضاعف متوسط سعر اسهم المؤسسات الجديدة المعنية بالبيوتكنولوجيات مرتين ونصف مرة وقد دخلت سوق المال اكثر من خمسين مؤسسة فتيه جديدة متخصصة في البيوتكنولوجيات . واذا اضيفت الى ذلك اصدارات الاسهم الجديدة للشركات المدرجة في السوق المالية ، اصبحت قيمة رأس المال المدعو في عام ١٩٩١ ، ٤٥ مليار دولار وهو مبلغ يفوق جملة الأرباح التي تحققت في هذا القطاع منذ عشر سنوات .

غير أنه لا ينبغي ان تنسينا هذه الطفرة الصعوبات المتزايدة التي تلاقيها هذه

---

(١) حسب J.R.Murray في :

«The first 4 billions of Dollars is the Hardest», Bio/Technology-vol.4-

Avril 1986 - p- 293-296.

جدول ( ٧ )  
وضع المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الرئيسية في  
سوق المال بالولايات المتحدة يوم ٨ أكتوبر ١٩٨٧  
( بالدولار )

الاسم	السعر	سعر الدخول	الأصهار القصوى ( ١٢ شهرا )	رأس المال حسب قيمة الأسهم في سوق المال *
Amgen	٣٤,٥٠	١٨	٤٥ — ١٧	٥٦٢,٣
Biogen	٩,٧٥	٢٣	١٦ — ٦	٢١٥,٥
Cetus	٢٣,٠٠	٢٣	٣٣ — ١٧	٦٠٤,٩
Chiron	٢٥,٠٠	١٢	٣٧ — ١٨	٢٥,٠
Gentech	٥١,٧٥	٢٥	٦٥ — ٣٤	٤١٥٠,٣
Genex	١,٢٥	٩,٥	٢ — ١	١٦,٠
Molecular Genetics	٥,٢٥	٩	٩ — ٥	٣٢,٤
* جلاين الدولارات				

المصدر : Biofutur ، نوفمبر ١٩٨٧ .

المؤسسات عندما تنتقل من البحوث الى التطوير ثم، كمرحلة اخيرة، الى تسويق المنتجات ، واذ تعجز بعض المؤسسات الالامعة في عالم البيوتكنولوجيات مثل جننتك Genentech وسيتوس CETUS، عن التغلب على العقبات ، فتنضطر الى التخل عن استقلالها ، قد تنجح مؤسسات أخرى مثل AMGE و CHIRON في تجاوز الأزمة .

### الخيارات الاستراتيجية المختلفة

إن المؤسسة التي تعرف كيف تحافظ على ثقة المستثمرين تدخل في « دورة صالحة » : فبالحفاظ على آمال الربح الوفير سيتضاعف رأس مالها الأصلي . ولنأخذ مثلاً على ذلك شركة Genentech ومشاركاتها في البحث والتطوير : لقد هيأ لها اتفاقها الأولان المحدودان المعقودان في ١٩٨١ و ١٩٨٢ جمع ٨٩ مليون دولار استخدمت في تمويل بحوثها وتجاربها الإكلينيكية في مجال هرمونة النمو الآدمي والانتريفيرون جاما وال t-PA : في نهاية ١٩٨٦ قررت الشركة ممارسة مالها من حقوق الشفعة واستعادت بطريق الشراء من المستثمرين ملكية هذه التقنيات . فعرضت ٣٠٠ سهم لكل مجموعة قدرها ٥٠٠٠٠ دولار مستثمر أى مايمثل جملة ٣٦٧ مليون دولار . ولما كان الدفع يتم بالأسهم فقد نجم عن ذلك خلق قدرة تمويل صافية مقابلها (إضعاف السلطة) ضئيل بقدر ما الثقة في المؤسسة كبيرة . وعلى هذا النحو ، خارج النواحي الاستراتيجية التقليدية ( تحديد الاختصاص في السوق — الهدف — المعنى التكنولوجي ، المشاركة في مرحلة التطوير ) تلعب العلاقة مع المستثمرين ( وهي تمر بسياسة الاتصال واحترام مواعيد حلول الالتزامات ) دوراً حاسماً .

كان لشركة Cetus ( الثانية في الولايات المتحدة من حيث الأهمية ) في البداية مجموعة من المشروعات الطموحة جداً في كافة مجالات البيوتكنولوجيات ، ونظراً إلى الصعوبات المحددة لكل من تلك القطاعات ، اضطرت الشركة ، منذ ١٩٨٢ ، إلى تعديل استراتيجيتها الشاملة : إذ استأنفت تركيز جهودها على

المنتجات العلاجية ( على الأخص معالجة السرطان ) وعلى هندسة البروتينات . وقد أُرجئت المجالات الأخرى الى المرتبة الثانية من حيث الاتصال بالمستثمرين ، وبدأ تطويرها بالمشاركة مع مجموعات صناعية : التطبيقات الزراعية في نطاق Agracetus ( ٥١٪ مع شركة Grace ) ومجموعات التشخيص ( اختبارات الاليز ) مع إيستمن كوداك وأدوات المعامل مع شركة Perkin - Elmer والتطبيقات الغذائية مع شركة RJR Nabisco والتطبيقات المرتبطة بمنتجات الخشب مع شركة Weyerhaeuser .

إن معظم المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة ، سواء أعلنت أو لم تعلن عن نواياها ، تعتزم أن تحذو حذو شركتي آبل أو إنتل Intel, Apple في مجال الحاسبات الألكترونية الدقيقة ، وأن تصبح شركات متكاملة عموديا في مجالات الصيدلة أو البيولوجيا النباتية . إلا أن كما يتوقع ذلك المخللون ، سيتمكن بعض هذه الشركات ( احتمالا ) من تحقيق هذا المشروع ، بينما تصبح الشركات الأخرى شركات خدمة أو تستوعبها مجموعات صناعية . وكثيرا مايعتبر أن للمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة ثلاثة خيارات كبرى مطروحة تتمثل في قالب الجدول ٨ التالي :

#### جدول ( ٨ )

#### القالب الاستراتيجي للمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة

فترة تقديم المنتج			
بطيئه	سريعه		
عنقود تكنولوجي منفذ طويل الأجل	منفذ قصير الأجل	واسعة ضيقة	السوق المستهدفة

المصدر : [١٠]



إستراتيجية المنفذ طويل الأجل التي أخذت بها — كما يقول بيتر دالى Peter Daly [١٠] — مؤسسة Genentech ( العلاج البشرى ) ومؤسسة Genex ( منتجات كيميائية متخصصة ) تتميز بتركيز الامكانات على هدف محدد . وهى تتيح تعاوناً حقيقياً بين العناصر المختلفة لمجموعة المنتجات في مرحلة البحث والتطوير . واستراتيجية السيطرة التكنولوجية هذه تفرض استئثاراً هاما في البحوث ، ويكون ذلك مصدر تصلّب . وعلاوة على ذلك سيتعين على المؤسسة أن تقوم بصورة منتظمة بدور الزعيم التكنولوجى ومن ثم أن تتحمل تكاليف خلق أسواق . وأخيراً إن مثل هذه الاستراتيجية معرضة لمخاطر تغير البيئة . ومازالت Genex التى تعرضت لتجربة مثل هذا التفسير ، في وضع عسير .

إن استراتيجية « العنقود التكنولوجى » ( التى أخذت بها مؤسسة Cetus قبل عام ١٩٨٢ ثم مؤسسة Amgen ) ترمى إلى الاعتماد على الصفة العرضية للتكنولوجيات : ستحاول المؤسسة الاستفادة من قدرتها التكنولوجية في كافة مجالات التطبيق المحتملة . ويتساوى ذلك إذن مع البحث عن مرونة بقدر ما يتم الحد من المخاطر المرتبطة بالبيئة الاقتصادية بالاستناد الى « محفظة أسواق » . إلا أن في غياب تعاون حقيقي في أنشطة البحث يمثل الضرر هنا في تشتت الامكانات ، مما يترتب عليه خطر التأخير في خلق منتجات جديدة ، قد تكون له نتائج سيئة جداً . ونظراً الى تنوع المنتجات المحتملة فلن يتم تطويرها كلها بمعرفة المؤسسة وحدها . ولسياسة المشاركة الناجمة عن ذلك ميزة تمكين المؤسسة من الاشتراك مع قدرات مكتملة في مرحلة التطوير إلا أن هناك خطر نقل التكنولوجيا الى الشريك وتحويله بذلك الى منافس . وتتمثل استراتيجية المنفذ قصير الأجل في تطوير تكنولوجيات « روتين » ( رفعت من أجلها الأفعال التكنولوجية ) على الصعيد التجارى . وهى مستخدمة بصفة خاصة في مجال الأجسام المضادة الأحادية الاستنبات المتماثل وراثيا (Hybritech, Immunotech, Celltech) ، أو في مجال استنباتات الخلايا النباتية (Plant Genetics, Twyford Plant Laboratories, Microvivy) .

وميزتها أنها لا تستلزم إلا استثماراً محدوداً في البحوث . ويمكن عند الاقتضاء أن تمولّ المنتجات الأولى المسوقة بالبحوث اللاحقة . والمخاطرة مرتبطة بالتحديد بهذه التسهيلات. فها أن الحواجز عند الدخول ضعيفة ، تكون عادة المنافسة على هذه المنافذ مكثفة .

### جدول ( ٩ )

#### الخيارات التكنولوجية للمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الرئيسية

الاسم	التكنولوجيات	قطاعات التطبيق
Amgen	تخليق ونقل الجينات — الاستنبات	صيدلة ، تشخيص — صحة حيوانية
Biogen	المخاطلة وراثية — الهيرودومات . هندسة وراثية والتقنيات المشاركة لها .	كيمياء رفيعة . صيدلة . صحة حيوانية
Cetus	هندسة وراثية — هيريدومات —	صيدلة — تشخيص ، زراعة ،
Chiron	علم الأنزيمات — بروتينات هندسة وراثية على الخلايا	أدوات — غذاء صيدلة (لقاحات — هرمونات —
Genentech	تكنولوجيا الإنتاج الصناعي هندسة وراثية ( بكتيريا — مخامير	أنزيمات ) تشخيص . صيدلة — صحة حيوانية
Genetic Systems	خلايا حيوانية إنتاج صناعي علم المناعة — هيرودومات . أجسام تشخيص	
Genex	مضادة أحادية الاستنبات المتماثل وراثية هندسة انزيمية — إنتاج انزيمات بالهندسة الوراثية	كيمياء رفيعة ، صيدلة
Hybritech	هيريدومات — هندسة وراثية	تشخيص — صيدلة
Molecular Genetics	هندسة وراثية — اندماج خلوي زراعة أنسجة	زراعة — صحة حيوانية

المصادر : تقارير مؤسسات و [١١]

ومهما كان نوع الاستراتيجية المتعامل بها فان الضغوط التنافسية شديدة جدا. إن عدد المنافذ المتوفرة على المدى القصير محدود . فيترتب إذن على ذلك في حالات عديدة تسابقات تسارع لها دور استراتيجي : فعندما تكتسح أول مؤسسة السوق تصبح المؤسسات الأخرى عاجزة عن استئثار ربح من بحوثها :

## سباق المنتجات

لقد اجتذب قطاع مجموعات الاختبار التشخيصي أكثر من ١٠٠ مؤسسة في الولايات المتحدة . ويفسر ذلك — كما قلنا — قلة الحواجز عند دخول السوق ومرجعها ثلاثة عوامل : التشخيصات التي تجري في أنابيب الاختبار لا تتطلب اختبارات اكلينيكية طويلة ومكلفة ؛ تقتصر تكلفة البحث على ٣ أو ٤ ملايين دولار على مدى ٣ سنوات ( إلا أن تكلفة التطوير التجاري تتجاوز ما بين خمس وعشر مرات هذه القيمة ) ولا تحمي براءة اختراع محددة خاصة إنتاج الأجسام المضادة الأحادية الاستنابت المتأثل وراثيا ابتداءً من الهبرودومات . غير أنه نظراً الى تنوع مجموعات الاختبار التي يمكن تصورها ، توجد في هذه السوق فرص لأنواع عديدة . ففي سنة ١٩٨٣ وحدها في الولايات المتحدة قبلت للتسويق ٤١ مجموعة اختبار ابتداءً من أجسام مضادة أحادية الاستنابت المتأثل وراثيا وينصب سباق المنتجات أساسا على المنتجات العلاجية . فالواقع أن في هذا المجال تجري مؤسسات عديدة بحوثا متوازية تخص المنتج ذاته . إلا أن بعض المنتجات التي لا تتعلق إلا بأسواق قليلة الأهمية يمكنها أن تتمتع في الولايات المتحدة بنظام « العقاقير اليتيمة » : يقصر تخصيص حقوق البيع على أول شركة تسوق المنتج . فهذه هي مثلاً حالة « البروتوپين Protopin » وهي هرمونة النمو الآدمي التي تنتجها شركة Genentech ( سنعود الى ذلك فيما بعد ) .

ولكن ليست المشكلة دائماً على هذا القدر من البساطة . لنأخذ مثال منشط الأنسجة المسمى t-PA المولد للبلازمين المستخدم في علاج أمراض القلب والأوعية الدموية . قبل بدء البحوث في هذه المادة الجديدة « المعجزة » استقصت

شركة Kyowa Hakko اليابانية الوضع فاتضح لها أن مؤسسة Genentech قد سدت مجال هذا النشاط بايداع براءات اختراع عديدة . فتنازلت كيؤا اذن عن اجراء بحوثها وعقدت اتفاق تطوير مع Genentech . الا أن أكثر من ٤٠ شركة تجرى الآن بحوثا على ال t-PA في الولايات المتحدة .

كانت مؤسسة Genentech تتوقع مع مشروع تسويق منتجها المسمى «Activase» ابتداء من ١٩٨٨ أن تكون في وضع المحتكر في سوق ال t-PA . وأعلنت الشركة عن سعر يتراوح بين ١٠٠٠ و ٣٠٠٠ دولار للجرعة الواحدة . الا أن البيئة تطورت كثيراً وأصبح من المؤكد أن هذه السوق ستكون سوق تنافس ، وأن سعر الجرعة سيكون أقل من ٥٠٠ دولار . فمن جهة لم تحصل مؤسسة Genentech على حقوق مقصورة عليها في تلك السوق بالرغم من تقدمها الملحوظ في البحوث . وجدير بالذكر بصفة خاصة أن براءات اختراعها موضوع تنازع في إنجلترا من قبل مؤسسة Wellcome . ويترب على ذلك أنه ظهر منذ ١٩٨٩ من أقدم على التحدى في السوق : Genetics Institute ( شريك Wellcome ) و Integrated Genetics /BASF بلود فيكسها فن ( جمهورية ألمانيا الاتحادية ) و Damon Biotech/Smithkline Bechman و Eli Lilly-Upjohn و Monsanto . ويقدر حالياً أن ٤٢ مؤسسة مجمعة في ٢٤ شركة تبحث الآن في مجال ال t-PA<sup>(٢)</sup> . ومن جهة أخرى هناك مواد علاجية أخرى يبدو أنها تقوم بدور ال t-PA ، خاصة ال Streptokinase ( التي يسوقها Hoechst - Roussel منذ ١٩٨٧ ) ، أو مشتقات ال Usokinase ( ال k-PA التي يبيعها ساندوز في ١٩٨٩ - ١٩٩٠ ) . وأخيراً يكثر الحديث عن t-PA من الجيل الثاني ميزته أن نصف عمره أطول بكثير ، مما ييسر شروط العلاج . ومع أن الوضع الراهن الراهن في مرحلة التجارب على الحيوانات الا أن المحللين يتوقعون الطرح في الأسواق في ١٩٩٢ لهذه المنتجات من الجيل الثاني .

والمشكلة متأثلة فيما يخص ال : interleukine-2 : يقال ان في الولايات المتحدة ٢١ مؤسسة على وشك تسويق هذه المادة فتتجه التحاليل إذن نحو نظام براءات الاختراع الذى سيحدد بشدة طبيعة المنافسة .

## حرب براءات الاختراع

لما كانت المؤسسات تجرى أبحاثا على ذات المنتجات ، فقد حاولت أن تحمي نفسها إلى أقصى حد بإبداع براءات اختراع . في نهاية ١٩٨٦ كانت Genentech مثلا قد أودعت ٢٠٠٠ براءة في العالم . وكانت قد منحت لها حوالي مائة براءة . ولكن المشكلة الأساسية هي معرفة كيف ستفسر البراءات في حالة التنازع .

تدل النزاعات على أن الحماية براءة الاختراع لاتزال مشكوكا فيها . ونظرا الى عدد البراءات المودعة ، وبعضها أحيانا متضارب لأنها متداخله وتغطي بعضها البعض . كثيرا تقلص الحماية التي كان يجوز اعتبارها مضمونة فتصبح غطاء هشاً . وعلى نقيض ذلك ، مع مرور الزمن ، تظهر مواقف قوية تمنح حقوقا قصره على أسواق ذات أهمية ( كما حدث مثلا مع مؤسسة Hybritech وبراءة اختراعها الخاص بال ( Tests sandwich ) .

الا أن هذه النزاعات تكشف عن مشكلة أساسية في مجال البيوتكنولوجيات تتمثل في مدى الحماية التي ينبغي منحها لمؤسسة تكون الأولى في تحديد تتابع الأحماض الأمينية لمادة طبيعية . الواقع أن ثمة تناقضا بين السمة الطبيعية للمادة ( التي لم تختراع بل اكتشفت ) والسمة الأساسية لمرحلة التتابع في الانتقال الى التطبيقات التجارية .

وأخيراً يمتأى عن المشاكل ذات السمة الأخلاقية ( التي نتعرض لها فيما بعد ) بثير تطبيق براءات الاختراع في مجال ماهو حي مشكلة مبدأ . ففي روح القانون يمنح الحائز على براءة الاختراع حقا مقصورا عليه على سوق معينة ، مع

مطالبته مقابل ذلك بالكشف عن معلوماته . وفي مجال البيوتكنولوجيا كثيرا ما يفترض ذلك ( نظرا الى مشاكل نقل الاختراع ) ، ايداع المادة الوراثية المخلقة . في حالة امكانية التوصل الى مكان ايداع الكائن الحى المجهرى تعتبر المؤسسات هذا المطلب اعتسافيا لأن ، على حد قولها ، المصنع يتنقل مع الكائن الحى المجهرى وتناقش حاليا هذه المشكلة في مختلف المؤسسات الدولية ، وثمة اتجاه نحو تحديد أوضاع مخصصة تستند الى مرونة القانون وتفى باحتياجات أصحاب الصناعات .

### نزاعات براءات الاختراع

أوردت المجلة الأمريكية Bio Technology في عددها لشهر ديسمبر ١٩٨٦ في مقال عنوانه « حرب براءات الاختراع » عدة حالات نزاع حول براءات الاختراع .

#### — حالة Hybritech ضد Monoclonal Antibodies

في عام ١٩٨٥ منحت المحكمة الكليفورنية لمؤسسة Hybritech براءة اختراع عن ال ساندوتش الاختبار Tests Sandwich الذى حققته وهو يجمع جسمين مضاضا أحاديي الاستنابت المتماثل وراثيا ( ويتيح ذلك الكشف عن كميات اقل من الجينات المضاضه ) . وسندوتشات الاختبار هذه كانت تستخدم بصفة هامشية مع الأجسام المضادة المتعددة الاستنابت المتماثل وراثيا . وهذه اليوم تقنيه مستخدمه بانتظام للأجسام المضاده الاحادية الاستنابت المتماثل وراثيا . وأخذت مؤسسة هيريتك — استناداً الى براءة اختراعها — تقاضى المؤسسات التى تستخدم هذه التقنيه . وقد كسبت قضيتها ضد Monoclonal Antibodies ( التى كانت تدعى ان براءة الاختراع غير صالحة لأن الطريقة

كانت واضحة ) وفي تاريخ احدث رفعت هيريتيك دعوى على معامل ابوت .

### امجن AMGEN ضد سيتوس CETUS

في السياق من اجل تسويق الانترلوكين ٢ (IL-2) احرزت سيتوس CETUS سبقا بايداع عدة براءات اختراع . وقد اعترضت امجن AMGEN على ثلاث من هذه البراءات معلنه ان انترلوكينها — ٢ المعدل لانتغطيه هذه البراءات . وهنا أيضا تكمن المشكلة في تفسير للبراءه اذ تؤكد سيتوس (CETUS) ( المرتبط مستقبلها ارتباطا شديداً بانترلوكينها — ٢ ) ان براءات اختراعها تضمن تغطية واسعة في هذا المجال :

### جنتك Genentech ضد ولكم Wellcome

في ٢٦ فبراير ١٩٨٦ منح المكتب البريطاني لبراءات الاختراع براءة لمؤسسة جنتك عن ال t-PA ولاساليبها الخاصة بانتاج هذه المادة الطبيعية بالهندسة الوراثية . وفي اليوم ذاته تقدمت مؤسسة ولكم Wellcome Foundation بطلب براءة اختراع الى المكتب ذاته خاص بالتقنيه ذاتها . وعندئذ رفعت جنتك دعوى على مؤسسة ولكم لتعديها على براءة اختراعها . وقد رأى القاضى البريطانى في هذه القضية انه لايمكن الاعتراض على ولكم براءة جنتك . اذ انه رأى في الواقع بعد بحث معمق ان هذه البراءة لاتفى بمقياس النشاط الاختراعى .

## — هوفمن لاروش Hoffman Loroche ضد جننتك Genentech

في ٥ سبتمبر ١٩٨٦ رفعت مؤسسة هوفمن لاروش دعوى على جننتك لتعديها على براءة اختراع مؤسسة ال Hormone Research Foundation الخاصة بهرمونات النمو الآدمي والتي منحت في ١٩٧٤ ( وهي براءة تختص مؤسسة لاروش بجائزة الترخيص الخاص بها دون سواها من المؤسسات ) . والمشكلة التي اثيرت هنا هي انه اكتشفت عدة بروتينات طبيعية وحصلت على براءات اختراع قبل انتاجها بالهندسة الوراثية بفترة طويلة . وهذه مثالا حال الانتفرون الذي صدرت بشأنه براءة اختراع في ١٩٧٢ .

## لعبة التنافس / التعاون بين المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة والمجموعات الصناعية

يعتبر عموما أن من مجموع المبالغ المنفقة من أجل ابتكار ( خلاف الاستثمار المنتج ) ينفق في المتوسط من ١٠ إلى ٢٠٪ للبحث الأساسي ، و٣٠ إلى ٤٠٪ للتطوير ، و٣٠ إلى ٤٠٪ لهندسة الانتاج ، و١٠ إلى ٢٠٪ للتسويق . وإذا افترض أن البيوتكنولوجيات لاتخالف هذه القاعدة ، لايمكن الا أن تتزايد احتياجات تمويل المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة كلما اقتربت أكثر من السوق . وعلاوة على ذلك ، كما سبق وقلنا ، البيوتكنولوجيات عموما تكمل التكنولوجيات التقليدية . ويترب على ذلك أنه كى تنتقل المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الى مراحل التطوير والتسويق ، عليها أن تضم اليها قدرات ودرابات تكميلية . فمشكلة الوصول الى السوق لاتثار إذن فيما يتعلق فقط



بالتحويل بل أيضا فيما يخص الكفاءات وتنظيم المؤسسة . ويلخص Gregory Lawless من شركة Dupont de Nemours هذه الفكرة تلخيصا كاملا فيقول : « لم يفكر بعض من أصحاب المشاريع تفكيراً كاملاً في تتابع الأحداث الذى يؤدى من العلم الى المنتج . ان ذلك لا يقتضى مالا كثيراً فحسب بل أيضا مجموعة من الكفاءات تختلف عن المجموعة التى لدى هذه المؤسسات » .

في مرحلة الانبثاق ، استفادت المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة من مساندة مزدوجة من المجموعات الصناعية : مساندة مالية شاملة ( قد تمثل المجموعات الصناعية ٤٠٪ من الاستثمار المتجمع في المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة بين ١٩٧٨ و ١٩٨٥ ) ومساندة أكثر تحديداً على شكل تمويل عقود بحوث وتطوير . وكى تنتفع المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة بهذا المورد المالى ، عليها أن تمارس مفاضلة دقيقة لاختيار التكنولوجيات التى ترهنا بموجب مثل هذه العقود والتكنولوجيات التى تطورها هى ذاتها .

وتتوفر لديها عدة خيارات في مرحلة التطوير الصناعى لمنتجات الجيل الأول : منح ترخيص استغلال المنتج لمجموعة صناعية ، أو استحداث اتفاق مشترك أو التطوير الفردى . وتوجد عامة استراتيجيات مختلطة تستهدف معالجة سلبيات كل من هذه الخيارات . واذا تحتفظ هذه المؤسسات بمجالات محمية ( بمعنى ثنائى المنتج — البلد ) لقوها الذائق ، ستشرع من جهة أخرى في البحث عن شركاء صناعيين .

ومن جهة ستقبل المجموعات الصناعية المتواجدة في الأسواق المعنية والتى ليس لديها منتجات جديدة ، عروض مشاركة . فهناك إذن في هذا الاتجاه تكامل استراتيجى بين الأطراف . وينتج عن ذلك اليوم شبكة بالغة التعقيد من الاتفاقات المتقاطعة بين المؤسسات التكنولوجية الجديدة والمجموعات الصناعية . غير أنه على الأجل البعيد يكون بصفة عامة هدف المجموعة الصناعية احتواء التكنولوجيا . وفي علاقة المشاركة يوجد اذن بانتظام عنصر منافسة حيث أن المجموعة الصناعية تحاول حيازة التكنولوجيا .

فطريق النجاح تبدو اذن ضيقة بالنسبة للمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة ويمثل الحل الوحيد القابل للبقاء في المراهنة على تقدم تكنولوجيا دائم .  
وهي تستطيع بذلك الحد من أوجه تصلب الاستثمارات الثابتة التي تشكل عقبة عندما تتطور التكنولوجيات كما تحد أيضا من المضار المرتبطة بنقل التكنولوجيا في إطار المشاركة ، حيث أن المعلومات التي تنشر تتعلق بتقنيات ناضجة وليس ببداية تقدم معلوماتها . وعلى هذا الوتر المشدود ، على تلك المؤسسات ان تنفادي الظهور بمظهر التهديد للمؤسسات القائمة وبالفعل ، نظرا الى بنية المساهمين يكون للمؤسسات المذكورة رقابة هشة جداً ويمكن أن تصبح ، عند الاقتضاء ، موضوع عملية استيعاب أوضح . وفي مجال عمليات استيعاب مؤسسات بيوتكنولوجية جديدة ، عرفت اثنتان منها مثل هذا السيناريو في ١٩٨٥ :  
Hybritech التي اشترتها شركة Ely Lilly بمبلغ ٣٥٠ مليون دولار و Genetic Systems التي اشترتها Bristol Myers بمبلغ ٢٩٥ مليون دولار وهاتان المؤسساتان البيوتكنولوجيتان الجديدتان متخصصتان في مجموعات اختبارات التشخيص .

وفي تاريخ اقرب ، عام ١٩٩١ ، لقيت مؤسستان جديدتان معنيتان بالبيوتكنولوجيا من اهم المؤسسات في عالم انتاج المواد الصيدلانية ، مصيراً مماثلاً :  
فقد اشترت هوفمن لاروش مؤسسه جننتك بمبلغ ثلاثة مليارات دولار بينما اضطرت CETUS الى الاندماج مع CHIRON ( مقابل مبلغ ٦٥٠ مليون دولار ) . وفي عالم البيولوجيا النباتية كانت عمليات الاندماج وال شراء عديدة أيضا . ونذكر من اهمها : اندماج Agrigents مع لوبريزول Lubrizol في ١٩٨٥ و Plant genetic مع Calyene و AGS مع DNA Plant Technology في ١٩٨٩ .

والمشكلة في هذا النوع من الصفقات هي أن يعرف بدقة ماذا تشتريه المجموعة الصناعية . فمن جهة ليس العاملون مرتبطين بالمؤسسة ويبدو أنه أثناء الصفقات يلاحظ نقل أشخاص أكفاء . ومن جهة أخرى كثيرا ما تعود كفاءة

هذه المؤسسات الى تنظيمها والى استقلالها . فادماج العاملين في أقسام بحوث المجموعات الصناعية يمثل إذن مخاطرة . ولكن المجموعة الصناعية تشتري مخزوناً من براءات الاختراع قيمتها ، كما رأينا ، غير مؤكدة ولكنها تبدو أنها كانت ناجحة بالنسبة لشركة Ely Lilly على سبيل المثال .

## البيوتكنولوجيات في علاقات التنافس

ثمة خيارات متنوعة في متناول الشركات القائمة التي تواجه تغيراً سريعاً : الامتناع عن عمل أى شيء ؛ السعى الى الحصول على معلومات أفضل ومحاولة تجميد تطور التقنية الجديدة وتحسين التقنية التقليدية والمساهمة النشطة في التغيير . وفي حالة ما اذا قررت الشركة الأخذ بالمساهمة النشطة ، يكون لها الخيار بين استراتيجية دفاعية ( وتمثل في استخدام التكنولوجيا الجديدة لدعم مسارها التقليدى ) ، واستراتيجية ائتحامية ( تتمثل في استخدام التكنولوجيا الجديدة للتنوع في قطاعات نشاطات اخرى ) . وفيما عدا الهدف الشامل كما عرفناه توا ، تضع الشركة إجراءات ملموسة وشكلاً تنظيمياً يكون لهما دور أساسى في تطور نشاطها على مر الزمن .

وعلى هذا النحو في نهجنا الى الاستراتيجيات الصناعية سوف نميز وجهين . سنتعرض أولاً ، بصورة عامة ، للاستراتيجيات الشاملة والكيفية التي يمكن بها تعديل ديناميات تشغيل القطاعات أى المسارات القطاعية . وفي مرحلة ثانية ، سنعرض أشكال التنظيم الجديدة التي تم إرساؤها . والمستوى المنخفض لادماج الأنشطة المرتبط بتعدد اتفاقات التعاون ( الاتفاقات بين المجموعات ، ومع المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة أو مع الجامعة ) ، قد يفسر على أنه رغبة مستمرة في الانفتاح كى تزداد القدرة على الابتكار . وعلى نقيض ذلك قد يكون ظاهرة انتقالية اذ أن المجموعات تحاول بهذه الوسيلة الحصول على التكنولوجيا على أن تغلق على نفسها في مرحلة ثانية لسد المواقف .

## المسارات القطاعية والاستراتيجيات الشاملة

يُنْتِج دراسة تناولت نشاط ٩٥ شركة صناعية عاملة في الصناعة الحيوية ، أنه يلاحظ فرق في التصرف بين شركات الصيدلة وشركات الكيمياء . فالأولى تتبع استراتيجيات دفاعية على النطاق العالمى : إن بحوثها في مجال البيوتكنولوجيا تتركز على التطبيقات الصيدلانية . أما مجموعات الكيمياء فلها أساسا استراتيجيات اقتصادية : إن الكيمياء ليست إلا قطاع التطبيق الثالث لبحوثها البيوتكنولوجية .

### ● المجموعات الكيميائية في داخل البيوتكنولوجيات

إن التطبيقات في الكيمياء ليست متوقعة عموما إلا على الأجل البعيد جدا وإن كانت احتمالاتها مهمة جداً ( لاسيما مع التقدم المحرز في مجال هندسة البروتينات ) .

إلا أن للمجموعات الكيميائية نصيبا نشطا جداً في تطوير البيوتكنولوجيات . وتفسر عوامل ثلاثة هذا الوضع وهى :

— مكانة الكيمياء في النظام الانتاجى : إن الكيمياء مؤرد سلع وسيطة لقطاعات نشاط عديدة . فهى اذن حساسة لتأثيرات البيوتكنولوجيات في هذه القطاعات : نذكر على سبيل المثال التغييرات التى تحدث في الزراعة والتى تشكل تهديدات وفرصا في المجالات الزراعية الكيميائية .

— بنية المجموعات الكيميائية : إن المجموعات الكيميائية كثيرا ما تكون بصفة عامة متنوعة جداً ، لاسيما في عالم الصيدلة ( أول القطاعات التطبيقية ) وتدعم البيوتكنولوجيات هذا الميل إلى التنوع .

— تطور المجموعات الكيميائية : هذه المجموعات مرتبطة جداً — تاريخيا — بمجالات الأنشطة البتروكيميائية وإثر الأزمات النفطية حدث بها استراتيجية تستهدف التقليل من المخاطر إلى إعادة التركيز على الكيمياء الرفيعة أو كيمياء التخصصات . إن الانخفاض الحديث لسعر الطاقة والدولار ترتب عليه استئناف

الاهتمام بالكيمياء الثقيلة في الولايات المتحدة ( مع استعادة شركة Hoechst لشركة Celanese ) . ولكن هذا التحرك الذى أملت الظروف لايتناقض مع الاتجاه إلى التركيز من جديد على أنشطة ذات قيمة مضافة أعلى ، خاصة بتكثيف البحوث . ( أنظر الجدول ١٠ ) .

وقبل الخوض في استراتيجيات بعض المجموعات ، سنعالج أولاً تعديلات المسارات القطاعية للصيدلة والزراعة الغذائية وصناعة البذور .

### ● توافق البيوتكنولوجيات في الصيدلة

يعتبر عادة أن البيوتكنولوجيات تشكل فرصة طيبة لصناعة الصيدلة . والحقيقة أن هذه الصناعة كانت تواجه مشكلة تناقص عائدات تكنولوجيتها التقليدية : لقد أصبح لازماً مواصلة زيادة الاستثمار في البحوث ولكن للحصول على نتائج متناقصة ( تبلغ تكلفة البحوث والتطوير لمنتج جديد ٧٠ مليون دولار على عشر سنوات ) واحتكار القلّة الدولي هذا ( راجع الجدول ١٠ ) العامل في سوق قيمتها ٨٠ مليار دولار كان سيواجه ضرورة مواصلة تسويق المزيد من المنتجات الخاصة المحددة ( خارج براءات الاختراع ) ، ويترتب على ذلك انخفاض محسوس في فروق الأرباح .

وكان من المستطاع أن تساهم إذن البيوتكنولوجيات في قلب هذا الاتجاه بإتاحتها تجديد التقنيات . إلا أن المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة هى التى تطورها في المقام الأول وهى تسعى تدريجياً إلى احتلال المجال بحماية نفسها ببراءات اختراع متعددة . وإزاء هذه التهديدات أخذت المجموعات برد مرناً جداً يجمع بين وسائل عديدة : المشاركة في المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة ، تمويل البحوث أو اقتناء تراخيص تجارية ، والاستثمار في المعامل الداخلية للبحوث واتفاقات البحث مع الجامعات .

إلا أن بعض المجموعات مثل دي بون Du Pont أو مونسانتو Monsanto (التي تسعى إلى التنوع في مجال الصيدلة) نظرت إلى هذا التجدد التكنولوجي على أنه فتح نافذة استراتيجية. فالى جانب اتباع سياسة نمو خارجي (شراء بعض المؤسسات) تمول هاتان المجموعتان بحثاً هامة لها تطبيقات صيدلية. وهما اذ تحافظان على مجهود بحثي أكبر، تأملان التفوق على المؤسسات القائمة حالياً فيما يتعلق بتسويق المنتجات الجديدة. وقد يؤدي بهما ذلك إلى القيام بدور «الرواد التكنولوجيين» (وهو دور تضطر إلى اختياره المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة). إلا أن هذا الدور — على عكس ما يعتقد عموماً — لا ينطوي إلا على مزايا فقط والميزة الواضحة هي تمكين مُدخل جديد من النفاذ من حواجز الدخول التقليدية المرتبطة بالمجهود الاعلافي الذي تبذله المؤسسات القائمة بادخال «انفصال تكنولوجي». إلا أن خيار الرائد ينطوي على سلبيات: على الرائد تحمل تكاليف خلق السوق الجديدة والمخاطر المرتبطة بالمنتج الجديد، (الالام بشروط الاستعمال، توفير المعلومات للمستهلك، العقبات الادارية...) وفي بيئة تكنولوجية تطويرية، قد تكون هناك مخاطرة في زيادة الاستثمار في منتجات من الجيل الأول حيث ان للمنتجات اللاحقة نوعية أفضل أو تكلفة إنتاج أقل.

وللمؤسسة القائمة خيارات مختلفة لإزاء الرائد، منها محاكاته مع الاستفادة من خبرتها والاستناد إلى تفوق مجهودها التسويقي. وهذه هي الحال بالنسبة لشركة إيلي ليلي Eli Lilly التي تتمتع أيضاً بوضع «العقار اليتيم» هورمونتها الخاصة بالحمى الآدمي والتي ستنافس اذن الـ «بروتروبين» الذي تنتجه شركة «Genentech». والخيار الآخر يتمثل في الاستثمار في الجيل الثاني من المنتجات. فالمؤسسة القائمة فعلاً تكون بذلك الأولى في تسويق منتج ذي أداء أفضل (هذا هو الاتجاه الحالي الملاحظ فيما يتعلق بالـ t-PA والانتروكين interleukine)، والاستراتيجيات التي يعمل بها تكون بالطبع أكثر تعقيداً بكثير. والدليل على ذلك في الحوض في مثال الأنسولين (راجع الكلام الوارد

جدول ( ١٠ )  
المجموعات الكيميائية المائية الرئيسية في ١٩٨٦  
( تيلين الدولارات )

اسم	البلد	قيمة المبيعات	موزنة ١٩٨٦ (ملايين الدولارات)	المبيعات والتطوير		سلك الصناعة	سلك الزراعة
				قيمة المبيعات ١٩٨٦ من	قيمة المبيعات ١٩٨٦ من		
دي يون	الولايات المتحدة	٣١٤٨	١١٦٧	٣,٤	٤,٣	٥	
بافر	ج. ألمانيا الاتحادية	١٨٧٦٥	٩٥٧	٤,٥	٥,١	١	٤
BASF	ج. ألمانيا الاتحادية	١٨١٣٧	٦٧١	٣,٤	٣,٦	٨	
مو كيت	ج. ألمانيا الاتحادية	١٧٥٠٦	٩٨٠	٤,٣	٥,٦	٨	٢
ICI	الملكة المتحدة	١٤٨٧٠	٥٨٠	٣,٣	٣,٩	٦	٢
مو كيمكل	الولايات المتحدة	١١١١٣	٦٠٠	٤,٥	٥,٤	٧	

الاسم	البلد	قيمة المبيعات	موازنة ١٩٨٦ (ملايين الدولارات)	البحوث والتطوير		سلك الصيدلة	سلك الكيمياء الزراعية
				قيمة المبيعات ١٩٨١ من	قيمة المبيعات ١٩٨٦ من		
سيانجايكي مونتيسون 3M م ٣	سويسرا إيطاليا الولايات المتحدة فرنسا مولندا	٨٨٦٩ ٨٦٠٩ ٨٦٠٢ ٧٦٠٨ ٧٢٢٩	٩٠٤ ٢٠٧ ٥٦٨ ٤٢٦ ٩٤	٨,٥ ٢,٤ ٥,٥ ٥,١ ٠,٨	١٠,٢ ٢,٤ ٦,٦ ٥,٦ ١,٣	٣	٢
أكرو يونيون كاربيلد ميسونيكي كم	الولايات المتحدة الولايات المتحدة اليابان	٦٨٧٩ ٦٣٧٣ ٦٣٤٣ ٦٠٥٣	٥٢٣ ٢٧٤ ١٤٦ —	٤,٦ ٣,٨ ٢,٧ —	٧,٦ ٤,٣ ٢,٣ —	٤	

ملحوظة : على سبيل المقارنة ، تفتت البحوث والتطوير لشركة رولن — بولنك تقوق موازنة المعهد القومي للبحوث الزراعية  
المصدر : Procepta, 1987



جدول ( ١١ )  
المجموعات الصيدية الرئيسية المالية في ١٩٨٦  
( بليون الدولارات )

المجموعة	البلد	إجمالي قيمة المعاملات	% للمعاملات في الصيدية	الصيدية قيمة المعاملات	البحوث % من قيمة المعاملات	ملايين الدولار
مرك هو كست سيتاجانجي بالر	الولايات المتحدة ج. ألمانيا الاتحادية سويسرا ج. ألمانيا الاتحادية	٤١٢٩ ١٧٥٢٢ ٨٨٦٩ ١٨٧٨٢	%٩١ %١٧ %٣٢ %١٥	٣٧٧٠ ٣٠٤٩ ٢٨٤٢ ٢٧٩٩	%١٢ %٦ %١٠ %٥	٤٧٩ ٩٨١ ٩٠٥ ٩٥٨
American Home product أيجون سيفكلادين فايزر ساندوز إلي ليلي جلاكسو بريستول مايزر	الولايات المتحدة الولايات المتحدة الولايات المتحدة الولايات المتحدة سويسرا الولايات المتحدة المملكة المتحدة الولايات المتحدة	٤٩٢٧ ٣٢٦١ ٣٧٤٥ ٤٤٧٦ ٤٦٤٨ ٣٧٢١ ٢٠٩٥ ٤٨٣٦	%٥٢ %٧٤ %٦٢ %٤٩ %٤٦ %٥٧ %١٠٠ %٤١	٢٥٦٢ ٢٣٩٧ ٢٣١٨ ٢٢٠٢ ٢١٥٧ ٢١٢١ ٢٠٩٥ ١٩٢٣	%٥ %١٤ %١٠ %٨ %٩ %١٢ %٨ %٦	٢٢٧ ٤٥٠ ٣٧٨ ٣٣٦ ٤١٤ ٤٢٨ ١٦٦ ٣١٠

ملايين الدولار	البحوث % من قيمة المعاملات	قيمة المعاملات الصيدية	% للمعاملات في قيمة المعاملات الصيدية	إجمالي قيمة المعاملات	البلد	المجموعة
١٩١	%٦	١٨٥٦	%٥٧	٣٢٧٤	اليابان	تاكيدا
٦٢٦	%١٤	١٧٧٠	%٤١	٤٣٤٨	سويسرا	هوفمان لاروش
١١٤	%٥	١٧٤٧	%٨٠	٢١٩٨	اليابان	سانكو
٥١٨	%٧	١٢٢٩	%٢٥	٧٠٠٢	الولايات المتحدة	جونسن وجونسون
٤٢٦	%٦	١٦٥٠	%٢٢	٧١٠٥	فرنسا	رولت بولك
٣٠٤	%١٦	١٦١٨	%٨٦	١٨٨٦	ج.م.أ. الاتحادية	هيرنر انجلمان
٢١١	%٩	١٥٥٤	%٦٥	٢٣٩٥	الولايات المتحدة	شورج بلار
٥٨٠	%٤	١٥٣١	%١٠	١٤٨٦٦	المملكة المتحدة	ICI

المصدر : Precepta 1987

داخل الاطار ) .

إن المجموعات الصيدلية تتمكن من التغلب على تخلفها ومواجهة اقتحامات المدخلات الجديدة بالمحافظة على الأوضاع المختلفة أو بفتح فرص جديدة ، وذلك إما عن طريق براءات الاختراع أو بفضل جهودها البحثية ( في المعامل أو في الجامعة ) .

وفي مجال الصيدلة لم يعدل الانفصال التكنولوجي قواعد المنافسة التقليدية . فعلى المدخلات الجديدة ليس فقط التميز بمزيد من التكنولوجيا ، بل أيضا بالأخص الاستحواز على الدراية بسياسة النمو الخارجي . ومن الجائز أن تسعى المجموعات الصيدلية — بعد الافادة من التدريب التكنولوجي الحالى — إلى الخروج من مسارها التكنولوجي للاستثمار في البيوتكنولوجيات في قطاعات أخرى . وفي هذه الحالة ستكون للولايات المتحدة ميزة كبيرة على البلدان الأخرى بسبب أهمية سوقها الداخلية وحجم المجموعات .

إن اليابان — وهى السوق العالمية الثانية للمنتجات الصيدلية ( ١٣ ٪ من المبيعات ) ولكنها يعوقها تخلف تكنولوجى في مجالات الهندسة الوراثية والمهيدومات — تتبع سياسة نشطة في الحصول على التكنولوجيا وقد مولت الشركات اليابانية بحثا عديدة في المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة في الولايات المتحدة . وهذا يؤدي بها حاليا إلى اتقان التقنيات الأساسية الكبرى .

### ● البيوتكنولوجيا والكيمياء الزراعية : تهديد أم فرصة

إن صناعة الاصباح النباتي تمثل ، فيما يخص النباتات ، الصيدلة بالنسبة للانسان . وتشكل هذه السوق حاليا مبيعات تبلغ قيمتها ١٦ مليار دولار في العالم . وإزاء الأزمة في الزراعة لاستطيع المجموعات استهلاك مبالغ متزايدة من تكاليف البحوث والتطوير الا بالانتشار على الصعيد الدولى . وهكذا يتسم احتكار القلة الأول ( الشركات العشر الأولى تمثل ٧٠ ٪ من السوق ) في السنوات

الأخيرة ، بالعديد من عمليات الاندماج والتمو الخارجى ( يرجع إلى الجدول ) .  
إن ظهور البيوتكنولوجيات ينظر إليه في البداية على أنه تهديد خطير  
لصناعة الاصحاب النباتى . والحقيقة أنه فيما يتعلق بمكافحة الأمراض أو الآفات  
التي تهدد النباتات، هناك طريقان مفتوحان: الطريق الكيميائية والطريق الوراثية .  
وللطريق الوراثية مجموعة من المزايا : إن تثبيت جينة مقاومة يمكن من تلافى آثار  
استخدام مبيدات الآفات على البيئة ولاتترتب عليه الأعباء السنوية التي يشكلها  
شراء هذه المبيدات . ومع التقنيات الجديدة لنقل الجينات ، سرعان مايسود  
الاعتقاد أنه سيكون من السهل وقليل التكلفة الاتجاه نحو المقاومة الوراثية للأمراض  
والآفات .

وإزاء هذا التهديد الذى يهيمن على السوق ، تتبع شركات الاصحاب النباتى  
رد فعل مزدوج : إنها تستثمر في البحوث البيوتكنولوجية لتدرك ولتتقن تطور  
التقنيات الجديدة . وهى تتخذ ، بالتوسع الخارجى ، وضعاً ملائماً في سوق  
البذور التى — وفقاً لكل التوقعات — ستفيد من التغير الاستراتيجى في حماية  
النباتات .

وحالياً ، الآمال المعقودة على مقاومة النباتات وراثيا ، معتدلة جداً . ويزعم  
خاصة أن مقاومة الأمراض تحدده مجموعات من الجينات . ولكن إذا كان نقل  
الجينات المنفردة أمراً معروفاً ومستطاعاً ، إلا أن المجموعات ذات الجينات المتعددة  
تثير مشكلات معقدة لن تحل ( احتمالاً ) الا على المدى البعيد . والواقع البحوث  
التي أجريت مكنت من اكتشاف مجالات تطبيق جديدة .

## الابتكار والمنافسة : مثال الأنسولين

يمثل حالياً الأنسولين المستخدم لعلاج مرضى السكر سوقاً قيمتها ٤٥٠ مليون دولار على النطاق العالمى ومنذ اكتشافها عام ١٩٢٢ ، كانت هذه الهرمونة تستخرج تقليدياً من البنكرياس الحيوانى . وحتى ١٩٨٣ ظل الوضع التنافسي في هذا القطاع احتكاراً ثابتاً لأقلية : فشركة إيلى ليلى تسيطر على السوق فى الولايات المتحدة بينما شركه نوفو ( الدانمارك ) تسيطر على السوق الأوروبية باستثناء جمهورية المانيا الاتحادية حيث لشركة هوكتس مكان الصدارة فى السوق المحلية . ولما كانت شركة إيلى ليلى قد حصلت قصراً على ترخيص من شركة جننتك Genentech ( ترخيص منح عام ١٩٧٨ ) فإنه يبدو أنها كانت المجموعة الأولى التى تستطيع عرض الأنسولين الآدمى وإستناداً إلى هذا المنتج الجديد ، اقترحت شركة ليلى معاقل نوفو وهوكتس فى أوروبا . وقد تبلغ فى ١٩٨٥ مبيعات الأنسولين الآدمى — الهومولين — ٦٠ مليون دولار ( لاجمالى مبيعات الأنسولين يبلغ ٢٦٥ مليون دولار ) .

وعندما أعلنت شركة ليلى عن انتاجها للأنسولين الآدمى بواسطة الهندسة الوراثية ، كان لشركتي نوفو وهوكتس رد فعل مزدوج . فعلى الأجل القصير ، طرحتا إنتاج أنسولين آدمى تم تخليقه بالتركيب النصفى : فقد استخدمتا أساليب الهندسة الأنزيمية التى طورت فى السبعينيات لتحويل الأنسولين الخنزيرى إلى أنسولين آدمى . وبفضل هذه التقنية استطاعت شركة نوفو أن تسبق شركة

ليلي بشهر واحد في تسويق المنتج ( في ١٩٨٢ في السوق البريطانية ) .

إلا أنه ظهر أن التقنية التي أخذت بها شركة نوفو أقل كفاءة :  
فما إن تقنية ليلي تفيد من أثر اكتساب الخبرة ( سعر الوحدة ينخفض مع الخبرة ) ، ووفر الحجم ، فإن الفرق في تكلفة الانتاج لا يمكن إلا أن ينخفض لصالح شركة ليلي وربما كان في الأمر اختيار مقصود : ففي سباق اللحاق الذي دخلته شركة نوفو كان من اللازم الأخذ « بتكنولوجيا خاسرة » لاحتلال المجال على النطاق التجاري القصير الأجل . وقامت شركة نوفو باقتحام مضاد في الولايات المتحدة بعقد اتفاقات تعاون مع شركة سكويب Squibb ( الولايات المتحدة ) الأمريكية بشأن أنسولينها المنتج بالتركيب النصفى . ومن جهة أخرى وقعت شركة نوفو عقداً مع مؤسسة التكنولوجيا الجديدة السنويسرية Biogen للحصول على أسلوب بديل لإنتاج الأنسولين بالهندسة الوراثية .

وإذا كان يبدو أن شركة ليلي قد تفوقت بقيامها بدور الرائد التكنولوجي ، فإن البحوث تنجّه الآن إلى شبيه الأنسولين ، السابق للأنسولين والذي يتميز بأثر مؤخر ( حيث تتحسن شروط العلاج ) . ويقال إن شركات إيلي ليلي ، وسيتوس Cetus وهوكست هي الأكثر تقدماً في هذه البحوث .

جدول ( ١٢ )  
مجموعات الاصصاح النيابي العالمية الرئيسية في ١٩٨٥  
( بـالـيـن الـدولـارات )

الاسم	البلد	النشاط الرئيسي	قيمة معاملات الاصصاح الباقى	نسبة أعمال الاصصاح في قيمة المعاملات (%)
بـالـر سـيـاـجـاـنـي رـون - بـولـن مـونـسـانـي دـي بـون ICI دو كيميكال هوكست BASF شـيـنـغ سـانـدـوز شـل إلـل بـلـل	ألمانيا الاتحادية سويسرا فرنسا الولايات المتحدة الولايات المتحدة المملكة المتحدة الولايات المتحدة ألمانيا الاتحادية ألمانيا الاتحادية ألمانيا الاتحادية سويسرا المملكة المتحدة الولايات المتحدة	كيمياء صناعة كيمياء كيمياء كيمياء كيمياء كيمياء كيمياء كيمياء صناعة كيمياء صناعة كيمياء صناعة	٢٣٤٤ ٢٠٧٠ ١٢٧٢ ١٠٧٢ ١٠٠٠ ٩٢٧ ٧٠٠ ٦٨٠ ٦٨٠ ٤٧ ٤٠٥ ٢٨٧ ٧٠١ ١١٠٥ ١٢٠٥	١٥,٠ ٢٨,٠ ١٣,١ ١٦,٠ ٣,٤ ٦,٧ ٦,١ ٤,٧ ٤,٥ ٢٨,٢ ٧,١ ١١,٥ ١٢,٥

المصدر : Precepta 1987

— إن الفرص المرتبطة بالتحسين الوراثي للكائنات المجهرية التي تتعايش مع النباتات ، عديدة . وهي تتراوح من تحسين البكتيريا المتعايشة ( من نوع الريزوبيوم الذى يثبت نيتروجين الجو في البقول ) إلى انتاج المبيدات الحشرية البيولوجية ( بدءاً من البكتيريا *Bacillus Thurengiensis* التي انتجها ساندوز ومعامل ابوت ) مروراً بانتاج بكتيريات تخفف حساسية النباتات للصقيع (*Pseudomonas Syrengiensae*) والتي يطورها حالياً *Advanced Genetic Sciences* و *Monsanto* ) .

— وثمة استراتيجية أخرى تستخدم في مكافحة الحشرات وتتمثل في نقل جينة من البكتيريا *Bacillus Thurengiensis* في النباتات . وتخلّق تلك النباتات عندئذ مادة سامة تقضى على اليرقات عندما تهاجم الأوراق . وتجرب شركات عديدة بحثاً في هذا المجال منها على سبيل المثال شركة *Rohm & Haas* ( الولايات المتحدة ) التي طلبت في ١٩٨٦ تصريحا من السلطات الفدرالية لاختبار نباتات تبغ معدلة .

ولكن إلى جانب ذلك تخصص مبالغ هامة للحصول على نباتات مقاومة لمبيدات الأعشاب . والحقيقة أن حساسية النباتات المزروعة لمبيدات الأعشاب تثير حالياً أنواعاً مختلفة من المشاكل : انها تستلزم اقتلاع الاعشاب الضارة ميكانيكياً في حالة عدم توفر مبيد أعشاب وهي تقلل من كفاءة الدورات في حالة ما اذا كانت الزراعة التالية حساسة لعلاجات الزراعة السابقة لها ( مشكلة دورة الذرة / الصويا في الولايات المتحدة ) وتتمثل الاستراتيجية التقنية المتبعة حالياً في تطوير مبيدات أعشاب واسعة الطيف ( تؤثر على غالبية النباتات ) وعزل أو تخليق جينة المقاومة وإدخالها في النباتات المزروعة .

تبيء مقاومة مبيدات الأعشاب لإحتلال توسع السوق بقيمة مكتب *L.W.Teweless* الأمريكي بأكثر من ٢ مليار دولار في عام ٢٠٠٠ . وعلاوة على ذلك فإنها ستمكّن من إستهلاك تكاليف تطوير جزيئات جديدة للأعشاب ( وتقدر تلك التكاليف بـ ٤٠ مليون دولار في المتوسط ) في أسواق أوسع .



والحسابات التي عملت حسب الضوابط التقنية الحالية تبين في الواقع أن تحمل الصويا للترازين قد يسبب زيادة في المبيعات السنوية لشركة سيبا — جايجي قدرها ١٢٠ مليون دولار ؛ كما أنه قد يسبب التوسع في النباتات المقاومة للـ Roundup ( أول مبيد أعشاب في العالم ) زيادة مبيعات مونسانتو قدرها ١٥٠ مليون دولار . وقد تمهيء البحوث التي تجريها شركة Plant Genetic Systems في بلجيكا على مبيد الأعشاب باستا Basta الخاص بشركة هوكست ، زيادة المبيعات بـ ٢٠٠ مليون دولار .

وحسب صندوق التقدم الرفي الدولي ، هناك ٢٨ شركة على الأقل طرحت أكثر من ٦٥ برنامجا في مقاومة مبيدات الأعشاب . ومن بين مجموعات الاصحاح النباتي الرئيسية ، ساندوز هي إحدى الشركات الوحيدة التي تعلن عن أنها لا تجرى مثل هذه البرامج .

وهكذا استطاعت المجموعات الكيميائية ، بسلوكها طريق البيوتكنولوجيات ، خلق فرص ، بدءاً مما كان يعتبر في الأصل أنه تهديد . فالتحكم الوراثي والتحكم الكيميائي في النباتات ( مع تطوير هرمونات النمو على سبيل المثال ) يبدوان اليوم انهما متكاملان أكثر مما هما بديلان . ويحث هذا الاتجاه بشدة شركات الاصحاح النباتي على الخروج من مسارها والابتكار في صناعة البذور . وإنتاؤها لمجموعات كيميائية متنوعة يتيح لها خبرة النشاطات المتعددة القطاعات [١٢] .

### ● تعديلات التنافس في صناعة البذور

تبلغ المبيعات في سوق البذور العالمية حوالي ١٢ مليار دولار سنوياً . وتعرض هذه الصناعة بصورة مباشرة كلية لآثار الانتاج المفرط في الزراعة الذي يتسبب في انحسار المساحات المزروعة في البلدان الصناعية الرئيسية . إن الضغط التنافسي الناجمة عن ركود السوق تخفف التقسيم الشديد جداً لها . فسوق البذور

تتألف من اقسام عديدة كثيرا ماتكون صغيرة الحجم تتميز بأوضاع شبه احتكارية ، أو باحتكارات الأقلية . الا أن هذا التركيز في مستوى القطاعات لا يصادف فيما يخص السوق برمتها : فالشركات العشر الأولى تمثل فقط ٢٠٪ من السوق العالمية تقريبا [١٢] .

وثمة بعض الشروط التقنية حدّت طويلا من نمو المؤسسات على الصعيد الدولى . فالإداعات الزراعية لنبات معين ستتوقف على تكييفه مع « البيئة » أى مع الظروف البيئية ( المتعلقة بالترية والمناخ وأيضا الظروف التقنية والاقتصادية والاجتماعية ) التى تحيط بزراعته . ولما كانت هذه الظروف تتغير بشدة في العالم فان تكاليف البحوث / الاختبار تتزايد بنسبة السوق المستهدفة ، بقدر ماتكون البحوث جادة للغاية . ان وفورات الحجم في مجال البحوث ضئيلة جداً إذن . وبالرغم من الظروف التقنية — الاقتصادية التقليدية المؤاتية للابقاء على وحدات انتاج متوسطة الحجم ، فان صناعة البذور تمر منذ نهاية الستينيات بتحركات توسع خارجى هامة : من ١٩٦٨ إلى ١٩٨٥ ، استطعنا احصاء حوالي ٣٠٠ حالة ضم شركات بذور في الولايات المتحدة وأوروبا . وهذه الموجة من التحركات المالية أثر اساسي على تصنيف متولي الزعامة العالميين : فمن ال ١٤ مجموعة الأولى هناك ٤ مجموعات فقط متخصصة في البذور .

وتمولا ، يفسر استثمار المجموعات الصناعية بأسباب استراتيجية طويلة الأجل أكثر مما يفسر بالسعى إلى تحقيق أرباح عاجلة ( حيث أن نسبة الربحية المتوسطة في البذور ضئيلة ) . والمجموعات الكيميائية أو الصيدلانية التى تدخل مجال البذور تبغى التنوع على المدى البعيد في الأنشطة المرتبطة بالزراعة والموارد المتجددة . غير أن غياب وفورات الحجم ( التى قد تكون مؤاتية نظرا لأهمية مبيعات البذور ) وأهمية معوقات الدخول ( المرتبطة بالصفات الذاتية لحرفة المشتغل بالبذور ) تفسر الفشل النسبي لهؤلاء الدخلاء الجدد أمام الشركات القائمة فعلا [١٢] .

وفي تلك المواجهة يُنظر إلى البيوتكنولوجيات على أنها وسيلة جديدة تهيء

للمجموعات الصناعية ميزة تنافسية على العاملين التقليديين في صناعة البذور . وبالرغم من أن البيوتكنولوجيات لاتحل محل التقنيات والدرايات التقليدية بل تكملها ، إلا أنها تُدخِل فرقا هاما في لعبة التنافس . ولما كانت الحامل للملك الخاص ( المخصصة ) للمعلومات الأساسية ، فهي تهيء ميزة جديدة للمؤسسات الكبيرة الحجم : فبعكس الانتقاء النباتي ، يمكن تركيز البحوث البيوتكنولوجية الزراعية في مقر الشركة واستثمارها في كل مناطق العالم ( ومن ثم كانت وفورات الحجم المرتبطة بالبحوث والتطوير ) .

إلا أن في الوضع الحالي للقانون ، لاتستطيع المجموعات التي تستند إلى البحوث البيوتكنولوجية استثمار هذه الميزة . فمِنذ ١٩٦١ صناعة البذور مزودة بنظام محدد لحماية الاختراع : قانون المحاصيل النباتية الذي يشرف عليه الرابطة الدولية لحماية المحاصيل النباتية . والسمة الخاصة لهذا القانون أنه يمنح حق احتكار منقوص على النوعيات المخلقة : فكل باحث يستطيع أن يستخدم في اغراض البحث نوعية محمية دون أن يدفع رسوما لمن تحصل عليها . وعلى هذا النحو يستطيع المنافسون استخدام أى نوعية تحتوى على جينة جديدة دون أن يدفعوا لمستنهلها أي جعل . فمسألة مدّ براءات الاختراع الصناعية لتغطي النوعية تعتبر أساسية إذن . وهي تواجه المجموعات الكيميائية بالمشتغلين التقليديين بصناعة البذور . وفيما يتجاوز ذلك تتضارب نظريات الابتكار : فهل يتعلق الأمر بسلعة عامة تمولها الضريبة وحيازتها حرة ، أو بسلعة خاصة تشكل في آن واحد موضوع وعامل منافسة ؟ .

لم يتجاوز بعد البحوث البيوتكنولوجية النباتية مرحلة الانبثاق . والمتوقع أن تم في ١٩٩٣ التطبيقات التجارية المرتبطة بمقاومات مبيدات الأعشاب ومبيدات الآفات الحيوية والبكتريات « المقاومة للصقيع » ولكن فيما يتجاوز تلك المنتجات من الجيل الأول ، يظهر تدريجيا نظام تقني جديد يجمع بين أنماط جينية جديدة وجزيئات كيميائية ( خاصة بالأصحاء النباتي ومنظم النمو ) وكائنات

جدول ( ١٣ )  
الشركات الرئيسية النشطة في مجال البذور على الصعيد الدولي عام ١٩٨٥  
( بملائين الدولارات )

الجمهورية	البلد	النشاط الرئيسي	قيمة معاملات البذور
بيونير ساندوز ديكالب - فانور انجرون ليماجرين شيل ستياجاني لدارج كارجيل لوبيزول فولفو ICI KWS	الولايات المتحدة سويسرا الولايات المتحدة الولايات المتحدة فرنسا المملكة المتحدة سويسرا فرنسا الولايات المتحدة الولايات المتحدة السويد المملكة المتحدة النميا الاتحادية	البذور الكيمياء البذور الكيمياء البذور الكيمياء المبيدات الكيمياء الزراعة الغذائية النقط الميكانيكا الكيمياء البذور	٧٣٤,٥ ٧٨٩,٨ ٢٠١,٤ ٢٠٠ ١٧١,٦ ٢٠٠ - ١٥٠ ١٥٢ ١١٩ ١١٥ ١١٠ ٩٧,٢ ٩٠ ٧٤

المصدر : Receipts, 1987

مجهريه معدلة وراثيا . وتشكل صناعة الكيمياء — باسهامها في هذه الأنشطة المختلفة وبقدرتها البحثية — مركز الثقل لهذا النظام المنبثق .

بيّنّا في الفصلين الأولين ان البيوتكنولوجيات لا تبدو كأنها قطاع جديد ؛ بل كمجموعة من الأنشطة الجديدة ذات التطبيقات المتعددة القطاعات . ومن ثم كانت ضرورة تحليل الكيفية التي تتكامل بها وآثارها على تنظيم القطاعات التقليدية . وهذه الأمثلة الثلاثة تهدف إلى التدليل على أنها لا تتعرض لقدرة المجموعات الصناعية المسيطرة ( قدرة رأس المال المركز ) بل تشارك في انتشارها . وفي حالة صناعة البذور والكيمياء الزراعية ، تتمكن المجموعات — باتباعها تصرفات تفاهم أو بممارسة ضغوط على المؤسسات — من توجيه الابتكارات في اتجاه مؤاتٍ لها . ومن وجهة النظر هذه تخضع الدينامية التكنولوجية للتنظيم التقليدي . إلا أن هذا النهج الشامل لا يدعو للتحوف من تغيرات النظام داخل المؤسسات ذاتها .

### البيوتكنولوجيات وتنظيم المجموعات الصناعية

في البلدان الصناعية ٤٠ ٪ من المنتجات المصنعة أصلها بيولوجي وبالرغم من أنه ليست كل هذه المنتجات محولة كلياً بعوامل بيوتكنولوجية ، كالكائنات المجهرية أو الأنزيمات ، إلا أن احتمال نمو هذه التكنولوجيا هائل بالطبع [١٤ — ص ١٠] . ولكن حالياً لا يزال المصير الصناعي للبيوتكنولوجيات غير محدد بقدر كبير . وعلى هذا النحو ستتخذ استراتيجيات المجموعات شكل إرساء إجراءات عملية تهيب تدريباً تكنولوجياً أكثر مما تشكل إرساء متأسكاً لوسائل في سبيل تحقيق هدف معين . فمن الجدير إذن التعرض — عن طريق تحليل تحول المنظمات — لإجراءات الإرساء الجديدة .

## خصائص البيوتكنولوجيات والتنظيم الصناعي

لقد اتبعنا حتى الآن ، على سبيل التيسير ، منطقاً يستند إلى « خصائص التقنية » . وإذا سلطنا هذا السبيل لإينغى أن ننسى أن هذه الخصائص تتوقف على السياق الاجتماعى الاقتصادى : فالشك الكبير مرتبط ، على سبيل المثال ، بالألغام المنقوصة بالأساليب . وهو متوقف أيضاً على عدم استقرار المتغيرات الاقتصادية ( السعر ، التضخم ، سعر الفائدة الحقيقى ، نمو النشاط .. ) وعلى الميل إلى التجديد السريع للمنتجات .

وكذلك من المؤكد أن إعادات البناء الصناعية الكبرى التى تمت في الفترة الحديثة تقابل الاضطرابات المالية ( مع ظهور ال Raiders ) بصفة خاصة ) ، وإلى سياسات التحرر من التنظيمات واللوائح أكثر مما تعود إلى حتمية تكنولوجيا صارمة . وقد لاحظنا أن أهمية الامكانيات المالية المتاحة قد عجّلت بمرحلة الابتاشق . وبسبب هذا المنطق النظرى البحث ، قد تكون البيوتكنولوجيات الأمهكية ، على حد قول بعض المراقبين ، « رهانا ماليا بلا هدف صناعى » . إلا أنه كما يُظهر ذلك مثلاً دراسات مكتب الاقتصاد النظرى والمطبق ، في حالة المواد الجديدة وعلم الانتاج ، كثيراً ما يقترن ادخال تقنيات جديدة بتعديلات جذرية في التنظيم . ويترب على ذلك آثار مستحثة قد يكون لها أهمية أكبر من الابتكار التقنى في حد ذاته .

وفيما يتعلق بالبيوتكنولوجيات ، التفاعل مع أشكال التنظيم مزدوج : فمن جهة تُستغل قدرتها بصورة أفضل بقدر ما يمكن لإرساء أشكال تنظيمية ( صناعية أو مؤسسية ) . ومن جهة أخرى يمكن أن تكون بعض الأشكال التنظيمية التى يساعد عليها تطور البيوتكنولوجيات نموذجاً في مجالات نشاط أخرى . وفي هذا المقام ، — وليس من وجهة النظر التقنية البحتة — قد تشكل البيوتكنولوجيات عامل خروج من الأزمة .

يجوز اعتبار المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة على أنها نموذج تنظيم

جديد ، قائم على انفتاح واسع على الخارج وعلى لامركزية المسئوليات والقرارات . وقد هيات ، في المرحلة الانتقالية ، تحقيق عملية تدريب أفادت النظام الصناعي برمته . إلا أنها بسبب بعض المعوقات التجارية أساسا ، تشكل نسيجا هشا للغاية .

ولم يعد في استطاعة المجموعات الصناعية اليوم أن تكتفى بالتقظ التكنولوجى على أمل أن تكتسب بذلك معلومات بمجرد مرور الزمن . إن عليها أن تخوض مرحلة تدريب تكنولوجى نشط لخلق فرص تقنية جديدة بالاستثمار في البحوث والتطوير .

سيتوقف التنظيم الذى تم إرساؤه ، على الخصائص الثلاث للبيوتكنولوجيات وهى : الشك الشديد ، وتشابهك تخصصات البحوث ، والتطبيقات المتعددة القطاعات . فعلى هذا التنظيم اذن أن يفى بمطلبين : في بيئة يسودها الشك ، من الضرورى الحد من التشددات ومن ثم تفادى « الاستثمارات التى لارجعة فيها » ؛ وإلى جانب التدريب الداخلى ، يتعين على قدرة خلق التكنولوجيا أن تلجأ إلى التكاملات مع العوامل الاقتصادية الأخرى ، وهذا مايفترض معه زيادة درجة الانفتاح على الخارج .

وهكذا إن لم يتيسر بعد التحدث عن تنظيم العمل أو عن معادل ندوة الروبوتيه ( علم الانسان الآلى ) المرنة ، يمكن محاولة معرفة كيفية توصيل الشركات إلى توفيق هذا المطلب المزدوج لخلق قدرة ابتكار أو ، على حد قول امندولا وجافار Amendola & Gaffard ، تطوير مرونة في المبادرة .

### ● قيود البنية والاستثمار في البيوتكنولوجيات

إزاء التغيير التقني ، ينبغى للمؤسسات أن تجري مفاضلة دقيقة بين الاحتمالات قصيرة الأجل المرتبطة ببيئتها التنافسية وتنفيذ عملية تدريب تمكئها من توسيع جملة الخيارات المستقبلية . ولكن نظرا إلى طبيعة أنشطة بعض المجموعات ، يكون لها مجال مناورة محدود جداً من الناحية المالية . ومقياس المجال الكلى للتمويل

الذاتي يراعى بقدر كاف حرية التصرف هذه . إن التدفق النقدي ( أو المجال الكلي للتمويل الذاتي ) « هو الحرية » : فالحقيقة أنه القدرة على التمويل الذاتي التي توفرها المؤسسة كل سنة .

والمجموعات الصناعية العشر التي وقع عليها الاختيار للتدليل على الاستراتيجيات المتبعة في البيوتكنولوجيات تُظهر كلها مجالا تمويليا ذاتيا كليا هاما . وبالمقارنة مع قيمة المعاملات يتراوح هذا المجال حول ١٠٪ في المتوسط في الكيمياء ١٥٪ إلى ٢٠٪ في الصيدلة . وعلاوة على ذلك ، إن هذه المجموعات الكبيرة الحجم تعيد بانتظام تحديد أنشطتها بأنشطة نمو خارجي أو تنازل عن موجودات ، تم على الهامش . وهذا مايسمى عادة بتنفس المجموعات . ويترتب على ذلك في بعض الظروف تراكم إمكانات مالية متاحة . . وأخيراً ، نذكر الميزة الثالثة للمجموعات الجاري تحليلها وهي أن نشاط البحوث والتطوير يشكل فيها بانتظام عامل تنافس يأخذه القادة في الاعتبار لتحديد الاستراتيجيات الشاملة . ويعتبر عادة أن اتفاقات البحوث والتطوير تمثل ما بين ٥ و ١٠٪ من قيمة المعاملات في الكيمياء وبين ١٠ و ١٥٪ في الصيدلة . إن إدارة موازنات بحوث مرتفعة القيمة ترتبط بها المؤسسة لفترات تتراوح بين ١٠ سنوات و ١٥ سنة ، وتنطوي على مخاطر كبيرة ، تشكل خبرة قيمة لهذه المجموعات التي تستثمر في البيوتكنولوجيات . وهذا هو على كل حال أحد الأسباب التي نقل من أجلها توجيه البيوتكنولوجيات من Elf Aquitaine ( الشركة الأم ) الى Sanofi ( فرع المجموعة في الصيدلة ) .

## ● خلق التكنولوجيا والتعاون فيما بين الشركات

للمجموعات الصناعية ردود فعل مختلفة إزاء البيوتكنولوجيات . فليعضها ، مثل إيلي ليلي ، رد فعل دفاعي أساسا . إن ليلي تبذل مجهود بحث داخلي هام نسبيا حيث أن من ٦٠ مليون دولار تخصص المجموعة ١٥٪ من نفقاتها للبحوث



جدول ( ١٤ )  
شكل المجموعات الصناعية الرئيسية في اليونيكولوجيات

المنطقة الرئيسية	المحرم والصنوبر المن قيمة للمعاملات	الاصناف على الصنوبر والمحرم	عدد المكين	المخرج (% من قيمة للمعاملات)	القيمة الموحدة للمعاملات بلايين الدولار	الملة	
كيمياة: ١٦,٨ — زراعة: ١٦,٨ — صيدلة: ٩,٧ تبرو-كيميائيات: ٣٩,٢ — البلف: ١٧,٦ — بوليمرات: ١٣,٥ — صيدلة: ٥٤,٦ — زراعة: ٢١,٨ — أدوات طبية: ١١,٣ منتجات صناعية: ٤٤,١ — منتجات بناء: ١٧,٩ — زراعة: ٢٣,٥ كيمياة صيدلية: ٢١ — اجنوجيبرات : ١٦,٨ — بوليمرات: ١٦,٤ صيدلة ١٧,٤ — كيمياة: ١٥,٦ — علاجات: ٩,٨ صيدلة ٤١,٣ — منتجات كيميائية : ٢٤,٩ — تغذية: ١٣,٣ صيدلة: ٣٧,١ — زراعة: ٢٣,٧ مواد بلاستيكية: ١٢,٣ كيمياة: ٤٥,٣ — صيدلة: ٢٠ الالب والمسيجات: ١٨,٤ صناعة بترية: ٤٩,٢ — صنوبر ومنتجات تجميل: ٢٧,٣ — صناعات بترولية: ٢٧,٣	٧,٦	٥٢٣	٥١٧٠٣	٣٢,٦	٦٨٧٩	الولايات المتحدة	مونتيفور (١٩٨٦)
٤,٣	١١٥٦	١٤١٢٦٨	—	—	٢٧١٤٨	الولايات المتحدة	دي برون (١٩٨٦)
١١,٣	٣٧٠	٢٨٠٠٠	٣١,٨	٣٢٧١	٣٢٧١	الولايات المتحدة	إيلن كيل (١٩٨٥)
٣,٩	٥٨٠	١٢١٠٠٠	٧٦	١٤٨٧٠	١٤٨٧٠	بريطانيا العظمى	I.C.I. (١٩٨٦)
٥,١	٩٥٧	١٧٣٠٠٠	٧٨,٨	١٨٧٦٥	١٨٧٦٥	للمانيا الاتحادية	بايهر (١٩٨٦)
٥,٦	٩٨٠	١٨١١٧٦	٧١,٦	١٧٥٠٦	١٧٥٠٦	للمانيا الاتحادية	موركست (١٩٨٦)
٨,٦	٢٩٦	٤٠١٦٦	٩٥,٨	٣٤٤٠	٣٤٤٠	سويسرا	ساندروز (١٩٨٦)
١٠,٢	٩٠٤	٨٢٣٣١	٩٨,١	٨٨٦٩	٨٨٦٩	سويسرا	سيجاككي (١٩٨٦)
٥,٦	٤٢٢٦	٧٧١٦٦	٦٥,١	٧٦٠٨	٧٦٠٨	فرنسا	رون بوليك (١٩٨٦)
٧,٢	١١٦	٢١٢٨٦	٥١,٦	١٢١٥	١٢١٥	فرنسا	سانفري (١٩٨٥)

والتطوير لهذا النشاط . وإلى جانب ذلك تمارس المجموعة سياسة اقتناء التكنولوجيا الخارجية مع النظر إليها نظرة تجارية وانتهازية : فمن هذه الحالات شراء رخصة استغلال براءات إنتاج الأنسولين بالهندسة الوراثية وشراء مؤسسة هيبثك . ولكن ، بصورة شاملة لا تزال المجموعة منغلقة جداً ( أنها لم توقع أى تعاقد مع الجامعات مثلا ) ولا تتدخل إلا في مشروعات لها تطبيقات على أنشطتها الحالية . وتلجأ مجموعات أخرى إلى أعمال وسائل تصرف أشد تنوعا بكثير :

البحوث الداخلية ، اقتناء تراخيص ، عقود بحث مع الجامعات أو المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة ، عقود تطوير أو اتفاقات تجارية مع مجموعات أخرى ... ويتمثل الأمر في هذه الحالة في خلق منظمة لامركزية تتمتع بأقصى حد من الانفتاح على الخارج . ويبدو حاليا ، على سبيل المثال ، أن مونسانتو تقع اليوم داخل شبكة إعلام حقيقية تمكنها من الجمع بين وظائف التيقظ والتدريب التكنولوجي الداخلى والخارجى . والشئ الأساسى هو إذن هنا خلق قدرة ابتكارية تستطيع أن تغذى بالنظام الأنشطة الصناعية للمجموعة برمتها . ومن المبكر بالتأكيد الحكم على كفاءة مثل هذا النظام ومن ثم على بقائه ودوامه .

وعلى كل حال فإن التوسع في اتفاقات التعاون في البحوث والتطوير تشجعه السلطات العامة في البلدان الصناعية : في الولايات المتحدة بتقديم مساعدة مالية وتعديل القانون المناهض للتجمعات الاحتكارية ، وفي أوروبا ، في نطاق برنامج أوربكا Eureka ، وفي اليابان في نطاق البرامج التى تنظمها وزارة التجارة الخارجية والصناعة .

وكثيرا ماتتجاوز اتفاقات التعاون مستوى البحوث فتتناول أيضا مستوى التطوير . وأخذاً في الاعتبار للشك الذى يحيط بالبيوتكنولوجيات وللسمة المتعددة القطاعات لتطبيقاتها ، تشكل هذه الاتفاقات وسيلة للحد من الاستثمارات النهائية غير القابلة للارتداد . وعلى هذا النحو تنازلت شركة مونسانتو عن تراخيص إستغلال خاصة بتقنية نقحتها في مختبراتها . ولتطوير أنواع القمح الهجين في أوروبا اشتركت المؤسسة مع جمعية Pau التعاونية وتطور شركة أورسان Orsan- وهى

جدول ( ١٥ )  
استثمارات المجموعات الصناعية الرئيسية في التريكتور لوجيات

المجموعة	تاريخ بدء النشاط	مركز البحوث المتخصص	موازنة البحث *	مشاركة المؤسسات التريكتور لوجية الجديدة
مونسانتو	١٩٧٩	مركز بحوث علم الحبوب - الاستار : ١٥٠ مليون دولار - من ٧٠٠ إلى ٨٠٠ باحث معهد البحوث في علوم الحبوب بوليمسجن	١٠٠	جينيكنس كولايجين - جينيكن - nicultural Genetics Co.(G.B) - England Nuclear Corp.
دي بون	١٩٧٩	مركز البحوث الطبية الحيوية (١٩٨٤) - مركز مونتيايم (جمهورية ألمانيا الاتحادية) - مركز مونتيايم (جمهورية ألمانيا الاتحادية) - ١٩٨٨ ووجد مركز آخر تحت الانشاء في اليابان	٦٠ (١٩٨٢) ١,٢ (١٩٨٥)	Biotech Research Lab : % Hyorthich: Comarlie (١٩٨٥)
إيلي ليلي ICI بالر	١٩٧٨ ١٩٨١	مركز بحوث في جمهورية ألمانيا الاتحادية مركز بيوث في SE RANO - مركز التريكتور لوجيا الطبية المعهد التسلسلي : Zocon الولايات المتحدة ) مركز يارل - مركز في Research Triangle Park في الولايات المتحدة شيد علم ١٩٨٤ مركز بيوث Genetics - مركز بيوث N.Gillet : صحة كجناه زراعية : مركز Dargolte (فرنسا) Ongar (انجلترا) مركز بيوث Ladege آف في ١٩٨٤ كان يقسم حوالي ٤٠٠ شخص في ١٩٨٨	٤,٥ (١٩٨٥)	تحت الاشراف Agricultural Genetic Co : %٥,١
هوكست سالروز سياناجي رون بولك سالوفي	١٩٨١ ١٩٨٠ ١٩٨١ ١٩٧٩ ١٩٨٢	٢ - ٤		

المصدر : نشرة ملخص أقوال الصحف .  
\* بيانات الدولارات .

متفرعة من شركة Lafarge-Coppée المتخصصة في الصناعات الحيوية ( بدور  
وتخميرات صناعية ) — منتجاتها من الأحماض الأمينية في نطاق Eurolysine ،  
الفرع المشترك مع شركة اجينوموتو Ajinomoto اليابانية . وتظهر في بعض  
الحالات تركيبات معقدة : فشركة American Cyanamid على سبيل المثال ،  
حولت برنامج بحوث يستهدف تخليق فصيله مقاومة لأحد مبيداتها للأعشاب .  
وتطور شركة بيونير Pioneer ، الرائد العالمى لصناعة البدور ، نتائج هذا البرنامج  
الذى حققته شركة Molecular Genetics .

ولا تختص البيوتكنولوجيات بالتنظيم الأوسع لامركزية بكثير لعمليات الانتاج  
وبـ « تفتيت » الأنشطة الصناعية ، وهما يشكلان اتجاها جديداً للنظام الانتاجي  
يمكن من الجمع بين مزايا السوق ومزايا التنظيم الداخلي .

## الانتشار كمكبج للإبتكار

قلما تناولنا مشاكل انتشار البيوتكنولوجيات في النسيج الصناعى .  
والحقيقة أن المشكلة الراهنة هي مشكلة الحوافز على الإبتكار ، وفي هذا المجال  
كثيرا ما يدمج الإبتكار في كائن ( أو جزء من كائن ) حي . وله طبيعيا ميل  
للتكرار . وبالنسبة لمؤسسة تتقن التكنولوجيا التكميلية التقليدية ، المحاكاة  
سهلة نسبيا . وخطر المحاكاه هذا يقلل من الأمل في الربح من الإبتكار ومن ثم ،  
من الحث عليه . إن الحماية النظامية للابتكارات البيوتكنولوجية ستكون أحد  
الأعمال المميزة للدول لتشجيع المنافسة في الصناعة .

جدول ( ١٦ )  
اتفاقيات البحوث التي عقدها المجموعات الصناعية (١٩٨٨)

المجموعات	الجامعة	البرنامج	الوسائل البيولوجية الجديدة	البرنامج
مؤسسات	جامعة واشنطن جامعة هارفارد جامعة أكسفورد (الملكية المتحدة) جامعة روكفلر معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا جامعة ديفيس كلية الطب بجامعة هارفارد جامعة ماريلاند معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا	t-PA عقد لم يحدد تجارب الأوبسكاريات التجارب السريرية القياس البيولوجي، بالآلات تجارب الجزيئات بثلاثة أبعاد علم الوراثة الجزيئية الأكروفرون	عقود مع الوسائل البيوتكنولوجية الجديدة التي لؤسسات مشاركات فيها	اختبار الأيدز اختبار الكشف التهاب الكبد ب / الأيدز أجهزة الاختبار النوروي انترلو كين ١ Molecular Biorezen Castron Vega Biotechnologies ACS & DNA plant Techno
لا يوجد أي تعاقد معروف				
المؤسسات				

المجموعات	الجامعة	البرنامج	الزمسات البيولوجية الجديدة	البرنامج
ICI باير	جامعة ليسستر جامعة توبنجن جامعة ماربورج معهد ماكس بلانك مستشفى ماسنبرغس الدم لايو جند تعاقد معروف معهد ميشر	استحداث نسخ متماثلة وراثية لخلايا حيوانات ندية تكنولوجيا جينية هندسة وراثية نباتية	Genentech Genetic Systems لايو جند تعاقد معروف N.P.I A.G.C Phyogen Calgene-Molecular Genetics Native Plant	معامل ٨ تنفر أجسام مضادة أحادية الاستجابات المتأصل وراثيا هندسة وراثية نباتية هندسة وراثية خاصة جسيمات الأغصان مقاومات جسيمات الأغصان مقاومات جسيمات الأغصان هندسة وراثية نباتية
صانوف	المعهد القومي للبحوث الزراعية	تحت التزجين		
درون بولنك	لايو جند تعاقد معروف			

## رابعاً — أوضاع واستراتيجيات الدول

بصورة شاملة ، بدأ في أوائل الثمانينيات اعتبار تطوير البيوتكنولوجيات على أنه عامل اقتصادى هام ، يحمل في طياته تحولات صناعية عميقة مقدراً لها أن تنتفع بهذه الصفة ، بأولوية عمل السلطات العامة . وبمعكس بعض المجالات التكنولوجية ، لا يمكن أن تكون الاستراتيجية التى تتبعها الدول ، مع مراعاة خصائص البيوتكنولوجيات ، مماثلة للاستراتيجية الترسانة المعمول بها لتطوير النوى أو الحاسبات الآلية ، مثلاً . إذ سياسة الابتكار التى يجب أن تضمن حتمية تنافس في الاقتصاد الدولي تكون نتيجة تألف عدة أنماط من العمل والاجراءات . فالاستراتيجيات الوطنية تختلف بالطبع حسب الإرادة السياسية والبنيات الجامعية والصناعية القائمة . وسننظر هنا في السياسات التى أخذت بها البلدان الصناعية ( القسم ١ ) . وإذا كان قد تم تدويل البيوتكنولوجيات عن طريق الأسواق ، فقد حدث ذلك باطراد في مجال البحوث والتطوير التكنولوجى ذاته : إن حركات التعاون العلمى والتقنى بين البلدان تزداد باطراد ( القسم ٢ ) .

### سياسة الابتكار : نهاية سياسة الترسانة

#### دور الدول

إن إرساء استراتيجية قومية في مجال البيوتكنولوجيات تواجه مجموعة من

المصاعب تختص بها التكنولوجيات الجديدة :

— التحديد الصعب للتطبيقات ذات الأولوية بسبب تنوع قطاعات التطبيق ، أى الصناعات والوزارات المعنية ، وتنوع المنتجات وأهداف السوق .  
— الانقلاب في الفئات التقليدية والتمييز بين البحوث الأساسية والبحوث التطبيقية ، مما يثير في الواقع مشكلات جديدة بشأن توزيع المهام بين القطاع العام والقطاع الخاص .

— المنتجات أو الأساليب الجديدة تستهدف فوراً سوقاً ذات أبعاد عالمية ، سواء أكان ذلك فيما يتعلق باختبارات الكشف عن الأليز ، أو الأنسولين ، أو هرمون النمو الأدمى أو البقرى . ويتزايد ضغط التنافس الدولى مع تناقص تكلفة التداول أو انعدامها بالنسبة لتكلفة الابتكار .. ويضاف إلى ذلك أنه لما كان ضمان الملكية الفكرية في هذا المجال مشكوكاً فيه فإن الاستثمار في الابتكار يفترض معه الانتشار السريع جداً وعلى نطاق واسع للغاية .

— التطويرات الأولى للبيوتكنولوجيات تستهدف سوقاً من المستهلكين أو المؤسسات ، وكثيراً ما تنافس مع منتجات موجودة بالفعل . وفي هذه الحالة يكون التنافس ضابطاً أساسياً في مواجهة المنافسة الوطنية والدولية .  
ومن الآثار المترتبة على هذه الخصائص أن استراتيجيات الدول لا يمكن أن تنقل بالتماثل مع الاستراتيجيات السابق الأخذ بها في برامج كبيرة مثل صناعة الفضاء أو الالكترونيات . فالواقع أنه :

— لا يمكن لأصحاب الصناعات الاستفادة من اتجاه البحوث العسكرية كما كان الحال ، خاصة فيما يتعلق بالصناعة الالكترونية . إن تلك الصناعة التى كانت في البداية مخصصة لسوق تكاد تقتصر على السوق العسكرية ، ولدت صناعة أشباه الموصلات والحاسبات الالكترونية التى تتألف سوقها من الجمهور الواسع والمؤسسات .

— إن البيوتكنولوجيات لا تستهدف سوقاً أسيرة محصورة : فمرحلة التطويرات الأولى الدقيقة لا يمكنها إذن الانتفاع من مساندة تعاقدات التوريد العامة



الكبيرة وعلى هذا النحو لا يمكن تطبيق سياسة الدولة الواضحة للتصميمات والمنتجة والمستعمله ، في تطوير وانطلاق البيوتكنولوجيات .

وقد ظهرت منذ نهاية السبعينيات وبداية الثمانينيات ، في معظم بلدان الغرب ، إرادة سياسية حقيقية لتطوير البيوتكنولوجيات ، واعتبارها محوراً ذا أولوية . وتستطيع السلطات العامة القيام بدور متفاوت النشاط في تطوير هذه التكنولوجيات الجديدة . إن أساليب العمل متنوعة للغاية . ويقول ب . دالي P.Daly [١٠] إن بريطانيا وفرنسا واليابان أخذت بسياسة بحث وابتكار حقيقية وقد تستند تلك السياسة إما على جهد المجموعات الصناعية والمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة أو على المجموعات الصناعية وحدها . ولم تأخذ الولايات المتحدة بسياسة هادفة بالرغم من التزام الوكالات الحكومية .

#### جدول ( ١٧ )

##### نمط السياسات العامة في البيوتكنولوجيات

المهتمون بالأمر الرئيسيون	المجموعات الصناعية	المجموعات الصناعية والمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة
سياق ملائم (climate)		الولايات المتحدة
سياسة هادفة (Targetting)	فرنسا — جمهورية ألمانيا الاتحادية — اليابان	بريطانيا العظمى

المصدر : P.Daly [١٠]

وكثيرا ما يعتقد أن الولايات المتحدة سبقت بعقد كامل معظم البلدان الأخرى في انطلاق البيوتكنولوجيات . ويفسر هذا السبق بالجهود المتراكمة في البحوث البيولوجية التي بدأت منذ الحرب العالمية الثانية . ونجد تفسيراً لذلك في مذكورة وضعها R.Magnaval من سفارة فرنسا في الولايات المتحدة إذ يقول :

« مكّنت البنية الأساسية التي أنشئت منذ تلك الفترة من إعداد عدد هام من الاختصاصيين المتميزين . فمن سبعة آلاف عالم بيوتكنولوجى مؤكد ، من مستوى فوق الدكتوراة ، ومسؤولين عن أفرقة بحوث ، في العالم كله ، يوجد أربعة آلاف في الولايات المتحدة . وهذا دليل على حجم الظاهرة » (١٩٨٤)

وتهدد اليابان اليوم هذا الوضع القيادى وهى تبدو في أعين المسؤولين الأمريكيين انها منافس جدى للغاية قد يستطيع — بالرغم سبق الولايات المتحدة في البحوث الأساسية — أن يحتل المكانة الأولى على الصعيد التجارى . لقد بدأت اليابان بتأخر كبير في نهاية السبعينيات ولم تول الأولوية للبيوتكنولوجيات إلا في ١٩٨١ وأرست عندئذ سياسة تتميز بنشاط خاص : وقد كانت النتائج السريعة الدليل على فاعليتها .

ومن الواضح أن مقدار الجهود شيء بينا الفاعلية التى تدار بها شيء آخر . إن أوروبا تحقق ٣٠٪ من البحوث الأساسية لمنظمة التعاون والتنمية الاقتصادية مقابل ١٧٪ فقط لليابان . ويبدو أن تحلفنا يعود بالأرجح إلى إنتاجية ضعيفة في مجال الابتكار الصناعى . وهل يعزى ذلك إلى سوء تناسب النظام البحثى العام أو إلى موقف متخوف من قبل المؤسسات إزاء المخاطر الملازمة للابتكارات ؟ أم إلى هذين العاملين معا ؟

#### جدول ( ١٨ )

توزيع البحوث في بلدان منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية (٪)

الولايات المتحدة	اليابان	الجماعة الأوروبية	مجموع منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية
١٩٦٩	٥٥	٩	٢٨
١٩٨٣	٤٦	١٧	٢٨

المصدر : منظمة التعاون والتنمية الأوروبية .

## عناصر النجاح

دون التحدث عن الجوانب الكلاسيكية لسياسة ابتكارية ، تحدد عادة ، في حالة البيوتكنولوجيات ، ثلاثة عوامل تشجع الاستثمار والمنافسة وهى : العلاقات بين البحوث والصناعة ، حماية الاختراعات بالبراءات ومرونة الاجراءات التنظيمية . غير ان التدخلات في كل من هذه المحاور دقيقة وحساسة للغاية حيث أنها تمت إلى جوانب أساسية من التنظيم الاقتصادى والاجتماعى لثقافتنا . ● ينبغي ، لتحسين العلاقات بين البحوث العامة والبحوث الخاصة تفادي خطرين هامين : فمن جهة هناك توجيه البحوث الأساسية الخاضعة للتحتميات الاقتصادية قصيرة الأجل ، ومن جهة أخرى الميل إلى التملك الخاص للمعلومات العلمية .

● إن الملكية الفكرية لنتائج البحوث قد تحدّ المبادلات بين الباحثين الخاضعين لقيود السرية التجارية . وهذا النوع من الاهتمام له أهمية خاصة إذ يراعى سمة الابتكارات التى لم يكن حتى الآن ، في حالات كثيرة ، من المستطاع اصدار براءات اختراع بشأنها . فالكائنات الحية أو المعلومات الاساسية كانت تشكل حتى الآن ففتين مستبعدتين من مجال الحماية بالبراءات .

● تطويع الأحكام النظامية الخاصة بقواعد الأمن فيما يتعلق بالصحة والأخلاقيات لاجماد توازن من جهة بين تجاوزات وإساءات الاستعمال المحتمل من كل نوع ومن جهة أخرى القيود الأشد من اللازم ، المفروضة على القطاع الصناعى فيما يخص التجارب وتطوير منتجات جديدة .

وإحدى الصعوبات الأساسية لسياسة الابتكار في البيوتكنولوجيات هى ، بشكل ما ، إعادة تحديد توازن جديد فيما يتعلق بهذه المسائل .

## الاقطاب الثلاثة المتقدمة صناعيا

ننظر هنا في السياسات الحكومية التى يطبقها المهتمون بالأمر الرئيسيون أو

مجموعاتهم في أوروبا واليابان والولايات المتحدة .

## أوروبا

قد يكون من باب الوهم الإشارة إلى استراتيجية جماعية « واحدة » . فأوروبا لا تمثل بعد في مجال البيوتكنولوجيات كيانا في حد ذاته : إنها ليست إلا تعيش عدة وحدات ثقافية ونظامية وصناعية تحاول اليوم تحديد سياسة مشتركة . وفي سبيل ذلك مازال ينبغي إزالة عدة عقبات وإحلال توافق اللوائح والأنظمة وأيضاً المبادئ الخاصة بالحماية الصناعية . وفيما يتعلق بمشكلات اللوائح والأنظمة ، تبذل محاولات جديدة جدا ، في نطاق الجماعة الأوروبية ، للاتجاه نحو توحيد معايير الأمن وشروط الدراسة والطرح في السوق . وقد أنشئت في ١٩٧٦ هيئة الكوجين Cogène لتنسيق اللوائح والأنظمة الخاصة بممارسات الهندسة الوراثية . ويبدو هذا التوحيد لأول وهلة سهلا ، لاسيما وأن بعض المجالات لم تكن بعد موضوع لوائح وتنظيمات في معظم البلدان الأوروبية ( خاصة « إعادة إطلاق » الكائنات الجهرية ) .

## فيما يتعلق بالبيات الصناعية الوطنية ، يظهر عدد من الخصائص المشتركة

● فيما عدا بريطانيا العظمى ، التي تختلف بوضوح كبير في هذه النقطة ، تضم البلدان الأوروبية عدداً قليلاً جداً من المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة . ويبدو أن السبب في هذا الوضع تضافر خاصيتين أوروبيتين هما : توفر المتاح من رؤوس الأموال السائلة بمقدار أقل مما في الولايات المتحدة ونشاط أقل توأصلا بكثير في سوق المال ( بالرغم من فتح سوق ثانية في فرنسا في ١٩٨٣ لم تنجح الا شركة أورسان Orsan وهي فرع من شركة لافارج كوبيه Lafarge Coppée ، في دخول هذه السوق ) ؛ وحمّة ثقافية يبدو أنه يترتب عليها ميل ضعيل للملاكات والباحثين عن المجازفات الملازمة لانشاء شركة تكنولوجيا ، وذلك

بالرغم من توفر مستوى جيد ، بل وجيد جداً في البحوث الأساسية . لقد كانت الجامعة تقليدياً بعيدة جداً عن الاهتمامات التجارية .

### ● مجموعات صناعية قليلة وانعدام المؤسسات الصغيرة والمتوسطة

باستثناء المجموعات الصناعية السويدية النشطة نشاطاً خاصاً ، ( فرمونت ، فولفو ، فارماسيا ، الفالافال .. ) جاء اهتمام المجموعات الصناعية الأوروبية متأخراً جداً ( بداية الثمانينيات ) ، ولم يظهر إلا ببطء . ومن جهة أخرى يبدو أن أكثر المجموعات اهتماماً اتجهت بلا تردد نحو الولايات المتحدة فيما يتعلق بالبحوث الأساسية . فقد أنشأت سيباجايجي وسندوز مراكز بحوث هامة في الولايات المتحدة ومشاركات وأتمت تعاقدات بحوث أو تطوير مع المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الأمريكية . ومع ذلك ، ظلت الصناعة الكبيرة في أوروبا الدافع الأساسي لتطوير البيوتكنولوجيات .

● وقد جاء وعى السلطات العامة متأخراً إلى حد ما فلم تولي أولوية لتطوير البيوتكنولوجيات إلا في أول الثمانينيات . وثمة بلدان ثلاثة تتبع سياسة على جانب أكبر من النشاط : فرنسا وجمهورية ألمانيا الاتحادية وبريطانيا العظمى ( بتمويلات حكومية قدرت على التوالي في ١٩٨٦ ب ١٩٤ و ١٧٩ و ١٤٧ مليون فرنك ) .

### ● بريطانيا العظمى

منذ البداية ، راهنت السلطات العامة — حرصاً منها على السياسة التحريرية — على انطلاق القطاع الخاص . وقد اجتهدت الحكومة في إقامة بيئة اقتصادية ملائمة لتأسيس شركات بحوث وساهمت مباشرة في تمويلها خاصة عن طريق مجموعة التكنولوجيا البريطانية ( British Technology , BTG Group ) التابعة لوزارة الصناعة . وقد كان من نتائج الارتباط العام ليس فقط الاستثمارات

المالية المباشرة بل أيضا إرساء شروط مواتية للغاية للتقارب بين الجامعة والصناعة ( دور نشاط مجلس البحوث في الهندسة والعلوم ) . وعلى هذا النحو ، منذ نشر تقرير سبرينك Sprink في ١٩٨٠ ، تزودت بريطانيا العظمى ببنية صناعية خاصة تتميز بدينامية خاصة ، تستند ليس فقط على الصناعة الكبيرة ، بل أيضا على تضاعف عدد المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة .

وللى جانب المجموعات الصناعية القوية مثل Unilever و ICI و Rank Hovis Mc Dougall و Dalgety Distillers ، لبريطانيا العظمى حوالى ٣٠ مؤسسة بيوتكنولوجية جديدة أهمها Celltech ( التى أنشئت في عام ١٩٨٠ بأموال عامة وخاصة ) ومؤسسة Agricultural Genetics Co. ( التى أنشئت بأموال عامة — من مجموعة التكنولوجيا البريطانية — وخاصة ) .

وليس السبب في هذه الدينامية فقط مساندة من المؤسسات العامة ( التمويل المباشر والتقارب من الجامعات ) . ينبغي أيضا التنويه بالدور الرئيسى الذى قامت به المخاطرة برأس المال مع شركات مثل Biotechnology Investments Ltd التى أنشأتها عام ١٩٨١ مؤسسة روتشيلد وأولاده ( المشاركة في ٤٠ مؤسسة بيوتكنولوجية جديدة تقريبا ) و Cogent, Advent Eurofund ( شركة تأمين ) ...

## ● فرنسا

لقد حدث التزام السلطات العامة في الفترة ذاتها تقريبا التى حدث فيها في بريطانيا العظمى . وبعكس ماكان في ذاك البلد الذى راهن أكثر على إنشاء بيئة اقتصادية مواتية ، فضلت السياسة الفرنسية الاتجاه نحو مساندات هادفة جداً منحت ، إما للبحوث العامة أو للصناعة . وكانت سياسة الابتكار التى اتبعت تتلخص في ثلاثة محاور :

الاسهام المالى المباشر الهام في البحوث والمخصص أغلبه للقطاع العام ( بصوره شاملة ٨٦٤ مليون فرنك في ١٩٨٤ و ١٥١٣ مليون فرنك في ١٩٨٥ و ١١٢٠

مليون فرنك في ١٩٨٦ ) .

والتقارب بين البحوث العامة والصناعة ،  
وأخيراً اتجاه المجموعات الصناعية نحو مجالات واضحة .

بالرغم من سياسة ضريبية حافزة ، ظل إنشاء مؤسسات بيوتكنولوجية جديدة ، إلى تاريخ حديث ، ظاهرة هامشية نسبياً . ومنذ ١٩٨٤ ازداد عدد الشركات زيادة محسوسة ، خاصة بفضل ظهور رأس المال المجاذف . وفي فرنسا اليوم حوالي ١٥ شركة متخصصة منها Transgène و Genetic اللتان أنشئتا في ١٩٨٠ و ١٩٧٩ و Bio Europa و Transia و (١٩٨٤) Clonatec ... إلا أن الانطلاقة التجارية للبيوتكنولوجيات ظلت أساساً من صنع المجموعات الصناعية : رون — بولنك ، Rhône-Poulenc ، سانوفي Sanofi ، روسيل — أوكلاف Roussel-Uclaf ولافارج كوبيه Lafarge-Coppée .... أما المؤسسات المتوسطة الحجم ، الهامة جداً في قطاعات الصيدلة والزراعة الغذائية ، فلم تُظهر حالياً إلا اهتماماً محدوداً جداً نحو هذه التقنيات الجديدة .

## ● جمهورية ألمانيا الاتحادية

كانت السياسة الألمانية ماثلة للسياسة الفرنسية . إلا أنه ، مع مراعاة الفرق الهام في البنيات الصناعية — الصناعة الكيميائية والصيدلانية القوية للغاية — جاءت النتائج في النهاية مختلفة إختلافاً محسوساً . وكما في فرنسا وبريطانيا العظمى ، لم يحدث الإلتزام الحاسم للسلطات العامة والمجموعات الصناعية إلا في بداية الثمانينيات .

لقد خصصت الحكومة الألمانية تحويلات هامة لبرامج بحوث مخصصة إما لأوجه تعاون بين أصحاب الصناعات والمجتمع العلمي ، أو مباشرة للجامعة ، أو لإنشاء مراكز بحوث . ويعكس فرنسا وبريطانيا ، يبدو أن المجموعات الصناعية ، خاصة هوكست وبايرو BASF . أقدمت اقداًماً دينامياً جداً ، إما بمقتضى بنيتها البحثية الداخلية الخاصة ، أو عن طريق تعاقدات مع المؤسسات البيوتكنولوجية

الجديدة ، او الجامعات ( الألمانية والأمريكية ) . وظل إنشاء مؤسسات بيوتكنولوجية جديدة هامشياً جداً حتى الآن ، فلم تنشأ أى شركة قبل ١٩٨٥ . إلا أن الحكومة اتخذت مع ذلك اجراءات من شأنها زيادة الفاعلية : في بداية ١٩٨٥ اعلن عن إنشاء شركتين برأس مال مجاذف : Bio-Tec Gesellsehalt . New Europa Hitech Innovationen

وبالرغم من هذه التأخرات الأصلية ، من المرجح أن تلعب الصناعة الألمانية — بفضل قوة قطاعها الكيميائي والصيدلي — دوراً كبيراً في تطوير البيوتكنولوجيات في أوروبا خلال السنوات القادمة . باستثناء تلك البلدان الثلاثة ، أبدت الحكومات الأوروبية الأخرى مواقف أكثر حذراً بكثير لإزاء البيوتكنولوجيات ( أنظر الجدول ١٩ ) .

#### جدول ( ١٩ )

تقدير الاعانات الممنوحة لبحوث القطاع العام البيوتكنولوجية  
في البلدان الأوروبية الرئيسية (١٩٨٦)

المبلغ (ملايين الدولارات)	البلد	المبلغ (ملايين الدولارات)	البلد
٨٢	السويد	٢٧	بلجيكا
١٧٩	المانيا الاتحادية	٧٣	الدانمارك
٢٢	هولندا	٣٨	إيطاليا
٢٤	اسبانيا	١٤٧	بريطانيا العظمى
٢٢	أيرلندا	١٨٤	فرنسا
		٦٦	سويسرا

ملحوظة : حسب سعر الصرف بالدولار الأمريكي في ٦ مايو ١٩٨٧

المصدر : European Biotechnology News, 1987.



## اليابان

أعلنت الحكومة اليابانية في ١٩٨١ أن البيوتكنولوجيات تشكل أولوية قومية . وقد اعتبرت وزارة التجارة الخارجية والصناعة كأحد الأنشطة الأكثر وعودا لعام ٢٠٠٠ حتى قبل الألكترونيات والروبوتيات البصرية .

ينصب المجهود الحكومي على إرساء بنيات مطوعة لانطلاق البيوتكنولوجيات وخلق سياق مناسب للابتكار أكثر مما ينصب على مساعدة مالية مركزة مباشرة أو غير مباشرة للبحوث والابتكار . ومن المتوقع أن يأتي الاستثمار من الصناعة اليابانية الكبرى . وتدخلات السلطات العامة تكمن إذن أساسا في الدفعة الحاسمة التي يشكلها التعاون الوثيق بين معاهد البحوث والجامعات والمجموعات الصناعية .

### جدول ( ٢٠ )

الموازنة العامة للبحوث والتطوير المخصصة للبيوتكنولوجيات  
( بـمـلايين الـدولـارات )

١٩٨٦	١٩٨٥	١٩٨٤	١٩٨٣	١٩٨٢	
٢٠٩٤	٢٠٧٨	١٨٠٥	٦٥٠	٤٥٠	الولايات المتحدة
٢٠٢	١٧٨	١٧٠	١٠٢	٨٧	اليابان
١٣٩	١٣٩	١١١	٩٥	—	فرنسا

المصدر : Biofutur. Oct.1986

إن الموصّلات الرئيسية للسياسة الحكومية هي وزارة التجارة الخارجية والصناعة (٣٣٪ في ١٩٨٥) ووزارة الصحة والشؤون الاجتماعية (٢٦٪) ووزارة الزراعة والغابات ومصايد الأسماك ووكالة العلم والتكنولوجيا (٣٢٪) . وكل من هذه الوزارات أو الوكالات تضع برامج بحث هادفة ، تطبق بصفة عامة بالتعاون مع

مجموعة صناعية أو اتحادات مؤسسات مالية ممولة ، وهي برامج لاتمولها السلطات العامة إلا جزئيا ( أنظر الجدول ٢١ ) .

ولاتساند السياسة العامة مساندة نشطة ، لا البحوث الجامعية مساندة قصره ، ولا تدريب علماء من المستوى الرفيع . ومن جهة أخرى ليست الظروف الاقتصادية والمالية مؤاتية لإنشاء شركات بيوتكنولوجيات ( لاتوجد أى ميزة ضريبية ) وقد نتج عن ذلك نقطتا ضعف خطورتان في النظام اليابانى : نقص حاسم في العلماء والمهندسين وانعدام المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة ذات الطابع اليابانى المخصص . وإزاء هذا الوضع ، تقوم السلطات العامة وأصحاب الصناعات بأنشطة مختلفة .

تحاول السلطات العامة دفع إنشاء مراكز بحث دولية . ولنخص بالذكر مشروع تعاون فرنسى — يابانى لإنشاء معمل بحوث في اليابان يضم حوالي عشر مؤسسات فرنسية ويابانية ، ويكون هدفه الرئيسى إعداد باحثين ومهندسين ، وإنشاء شبكة دولية رفيعة المستوى لتبادل المعلومات بواسطة جمعية هى الـ Bioindustry Association التى أنشئت عام ١٩٨٧ وهدفها دعم العلاقات بين باحثي القطاع الخاص والقطاع العام . ( إحدى مهامها إنشاء « لجنة انتاج » مكلفة بتكثيف نقل التكنولوجيات ومساعدة أصحاب الصناعات على تحديد أسواق المستقبل ) ؛ ومشروع Human Frontier الذى يستند إلى برنامج بحث دولى البعد يرمى إلى تطوير وخلق حركات تبادل دولية بين رجال العلم . ( راجع النص الوارد داخل إطار ) .

ومن جهة أخرى فإن عدد العلماء الكبير جدا الذين تدرّبوا في الخارج ، خاصة في الولايات المتحدة ، يبيىء الحصول سريعا ويتكاليف أقل على نتائج البحوث الأساسية وضمان نقل هام للتكنولوجيا وينظر الأمريكان إلى هذا الوضع بقلق ( كان عدد الدارسين اليابانيين في الولايات المتحدة في ١٩٨٥ يقدر بـ ٢٠٠٠ طالب ) .

جدول ( ٢١ )  
برامج البحوث الرئيسية التي تحققت بالتعاون بين الحكومة اليابانية والصناعات

الصناعة	الموازنة (مليارات الين)	المدة ( سنوات )	البرنامج	الوزارة
١٤ مجموعة	٣٠	١٠	التقنية الصناعية للجيل المقبل	وزارة التجارة الخارجية
٢٣ مجموعة	٣٠	٧	استخدام الكتلة الحيوية	والصناعة
حوال ١٠ مجموعات	٥٠	٥	«مجلسة الورتين» إنشاء بنك للجيئات والعلابا	وزارة الصحة
		١٠	استحداث أورية مضادة للسرطان	والشؤون الاجتماعية

المصدر : أوائل الصحافة .

وأخيراً فإن المجموعات الصناعية اليابانية تقيم علاقات كثيرة جداً مع المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الأمريكية أو الأوروبية . وهذه وسيلة ممتازة للتمكن سريعاً من تقنيات جديدة . وتتمثل هذه العلاقات إما في تعاقد أو إنشاء فرع مشترك أو أيضاً بالاستحواز المباشر على الاشراف على الشركات .

التطوير الصناعى للبيوتكنولوجيات في اليابان يستند إذن اليوم على تعاون وثيق بين البحوث العامة وأصحاب الصناعات ، وعلى المجموعات الصناعية اليابانية ، التى استثمرت استثنائاً ضخماً في البحوث ابتداء من ١٩٨٢ : في الصناعة الزراعية الغذائية ( مع سونتوري ، واجينوموتو وتكارا ) والكيميائية ( متسوي ، متسويشي ، سوميتومو .. ) والصيدلية ( تاكيدا ... ) ولنلاحظ أيضاً الارتباط الخاص جداً باليابان للعديد من المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في تنمية البيوتكنولوجيات . ومن جهة أخرى تفيد الصناعة اليابانية من سبق تاريخى في بعض المجالات وخاصة في الخمائر ( بسبب التقاليد الغذائية : الـ شوبو والناطو والساكي ) .

### مشروع « الحدود البشرية » (Human Frontier)

أقيم هذا المشروع في ١٩٨٥ بالمشاركة بين وزارة التجارة الخارجية والصناعة اليابانية ووكالة العلوم والتكنولوجيا . « الحدود البشرية » هو برنامج واسع للبحث الأساسى في علوم الحياة . إن أهدافه الرئيسية ، بفضل تجمع عدة بلدان هى : من جهة تعميق المعلومات الخاصة بالوظائف البشرية الكبرى ومن جهة أخرى فهم التنظيم الدقيق للأنسجة الحيوانية والنباتية ، وأخيراً ، عن طريق البحوث ، تحسين التقنيات المختلفة : المعالجة الآلية للمعلومات ، التكاثر الدقيق ، المعالجة الدقيقة ، العوامل الحفازة الصناعية .

الأسرات الحيوية ... (biocapteurs)

وسيتحمل تمويل المشروع ، الذى تقدر تكلفته السنوية بأربعين

مليارين اليابان بنسبة ٥٠٪ ( ٥٠٪ الدولة و ٥٠٪ خاص ) و ٥٠٪ الخارج .

ويثير هذا المشروع حاليا مجادلات كثيرة في البلدان الغربية بسبب عدم دقة برامج البحوث المقترحة وخاصة الآليات الملموسة لهذا التعاون . وهذه الحجة الأخيرة حادة بصفة خاصة بسبب عدم الثقة في اليابان فيما يتعلق بالقرصنة في عمليات نقل التكنولوجيات .

ويمكن رسم سياسة الدولة ربما مبسطا وفقا للمحاور الثلاثة التالية التي أخذ بها حسب حالة تقدم البحوث والوضع الصناعى : فيما يتعلق بمنتجات المستقبل ( إعادة تركيب الـ ADN مثلا ) : البحث عن تعاونات متعددة في الخارج ؛ وفيما يخص المنتجات الوسيطة : تطويرها في اليابان بعد نقل التكنولوجيا . فيما يتعلق بالمنتجات القابلة للتسويق ( المنتجات الصادرة عن تقنيات تخمر ، والأحماض الأمينية ) ، التواجد في الخارج .

### الولايات المتحدة

لا جدال اليوم في هيمنة الولايات المتحدة فيما يتعلق بالبيوتكنولوجيات سواء أكان ذلك في وضع تقدم البحوث أو مستوى التطوير والتسويق . وقد أدركت الحكومة والمجموعات الصناعية ضرورة إيلاء الأولوية لتطوير البيوتكنولوجيات ، وذلك منذ حوالى عقد من الزمن ( منتصف السبعينيات ) قبل أوروبا واليابان .

وليست الولايات المتحدة بين البلدان التى لها سياسة نشطة موجهة (targetting Policy) في البحوث وابتكارية في مجال البيوتكنولوجيات ( أنظر أعلاه ) . والواقع أن الحكومة الاتحادية ( الفدرالية ) لا تبتدى إرادة في استراتيجية بحثية وابتكارية بالمعنى المحدد . وهى ليست الا أحد القائمين بدور من بين

المتدخلين الآخرين في تطوير البيوتكنولوجيات : الجامعات ، مراكز البحث الكبرى العامة أو الخاصة ( المؤسسات ) . الا أنه بالرغم من ذلك تخصص الحكومة الأمريكية موازنات هامة جداً « للبيوتكنولوجيات » ففي ١٩٨٦ كانت الموازنة العامة للبحوث والتطوير المخصص للبيوتكنولوجيات ٢٠٩٤ مليون دولار ( مقابل ٢٠٢ في اليابان و١٣٩ في فرنسا ) . وتتمتع البيوتكنولوجيات بمساندة قوية من ادارة الرئيس جورج بوش حيث ان في بداية ١٩٩٢ رفع الدعم العام للبحوث والتطوير في البيوتكنولوجيا الى أربعة مليارات دولار في السنة .

وأحد المخاوف الرئيسية لتطوير البيوتكنولوجيات التي تلجأ اليها السلطات العامة الأمريكية يستند إلى تمويل البحوث العامة . ولتحقيق ذلك تستخدم عدة هيئات حكومية كأجهزة وسيطة وأهمها معهد الصحة القومي ، والمؤسسة القومية للعلوم ( البحوث الأساسية ) ، وزارة الدفاع و وزارة الزراعة ووزارة الطاقة والمكتب القومي للمعايير ووكالة حماية البيئة . وأكبر موازنة أهمية بكثير هي المخصصة للصحة البشرية التي تستوعب ٨٧,٦٪ من الدعم الكلي الذي تمنحه السلطات العامة ( ٢ مليار دولار في ١٩٨٦ ) .

بكيفية مماثلة لمشروع « الحدود البشرية » الياباني ، طرحت الولايات المتحدة مؤخراً مشروعاً طموحاً يدعى ( مشروع الفصيلة البشرية The Human Genome Project ) . وعمل على طرحه وزارة الطاقة ، ثم معهد الصحة القومي ، وسوف يعيىء ، حسب مجلة Science ( سبتمبر ١٩٨٧ ) ٣,٥ مليار دولار ومن ١٥٠ إلى ٣٠٠ باحث لمدة ٢٠ سنة تقريباً . والمهدف الفوري هو التوصل إلى رسم خريطة وتتابع للفصيلة البشرية «Human Genome» ( أى حوالى ٣,٥ مليار زوج أسامي ) . وفيما بعد تحسین تقنيات التتابع ونظام بنك المعلومات الحاسوبية الآلية ( إدارة ، تخزين ووصول إليها ) وأخيراً إن هدف هذا المشروع الطموح هو أيضاً الارتقاء بالهندسة الوراثية إلى مصاف العلوم ذات الثقل مثل الفيزياء .

وثمة عنصر هام آخر في سياسة السلطات العامة يتمثل في إرادة تشجيع

ومساعدة المبادلات بين الجامعات والصناعات ( راجع الفصل الخامس ) . إلا أنه يبدو مع ذلك أن الصناعة الأمريكية لا تكتفى بهذه السياسة الحكومية التي تقتصر حالياً على مساندة مالية ذات أهمية للبحوث الأساسية . وهي تطالب بدور أكثر نشاطاً للحكومة الفدرالية لضمان المكانة الرائدة للولايات المتحدة في البيوتكنولوجيات مستقبلاً . والاهتمامات الرئيسية للصناعة هي :

— تراخى القوانين المناهضة للتجمعات الاحتكارية التي كانت ، إلى زمن قريب ، تنظم بصرامة تجمعات اصحاب الصناعات حول مؤسسة فرعية مشتركة وعقود التراخيص . وقد كانت هذه القوانين حديثاً ( ١٩٨٤ ) موضع بعض التغييرات لصالح البيوتكنولوجيات والمكونات الالكترونية .

— المرونة في القواعد الخاصة بالاختبارات والتجارب والاتفاق بشأن طرح منتجات جديدة في السوق ( قد تمتد اليوم فترة اختبار دواء جديد لتبلغ سبع سنوات ) ، وتنسيق هذه الوظائف بين مختلف الهيئات المعنية اليوم : إدارة الأغذية والعقاقير ، وزارة الزراعة ، وكالة حماية البيئة .

— مرونة قواعد التصدير الخاصة بالمنتجات الجديدة وعقد اتفاقات ثنائية مع بلدان أخرى لتيسير الوصول إلى الأسواق الخارجية .

ومن ناحية البنيات الصناعية ، تتمتع الولايات المتحدة بعدة مزايا :  
— وجود مؤسسات بيوتكنولوجية جديدة عديدة جداً ويرجع ذلك خاصة إلى توفر سوق مالية هامة ونشطة وإلى عيوية النسيج الجامعي وقدرته على الاتجاه نحو الصناعة ؛

(١) وجود مجموعات صناعية عديدة وقوية إستثمر الكثير منها إستثماراً ضخماً في البحوث منذ نهاية السبعينيات .

(٢) وجود سوق محتملة كبيرة تشجع البحوث والتطورات .

(٣) سبق وقوة بحوثها الأساسية العامة المقترنة بإنشاء بنيات بينية بين البحوث الجامعية والصناعة ( مراكز البحث الجماعية .. )

وبالرغم من هذه المزايا العديدة فإن مكتب تقييم التكنولوجيا يبدى

تحفظات فيما يتعلق بالقدرة التنافسية المستقبلية للولايات المتحدة في مرحلة التطوير التجارى للبيوتكنولوجيات . والحقيقة أن القادة والعلماء الأمريكيين يبدون تخوفهم من أن يتكرر في هذا المجال ما حدث قبل بضع سنوات في صناعة أشباه الموصلات وتبدو اليابان كدخيل جدى قد يستطيع ، بالرغم من سبق الولايات المتحدة في البحوث الأساسية ، انتزاع الزعامة في المجال التجارى . وتفضيل اليابانيين للبحوث الشاملة المطبقة على احتياجات أصحاب الصناعة قد يكون وسيلة لتكرار التجربة التى كانت مؤتية جداً لهم .

### نحو تدويل متزايد للتكنولوجيا :

إن التزايد المستمر في تكلفة النشاط البحثى عامل أساسى يجب أخذه بالاعتبار في تحليل احتمالات المنافسة التكنولوجية التى تدور على الصعيد الدولى . وهذا التزايد مرتبط ، بالنسبة لمعظم التقنيات الرفيعة ، بالعودة بشدة متزايدة إلى البحوث الأساسية . وهذا التعقيد المتزايد باستمرار في التصور والتشغيل ، يترتب عليه من جهة استثمارات بحثية متزايدة التحديد والتكلفة ومن جهة أخرى ضرورة الالتجاء إلى العديد من فروع المعرفة المتخصصة . ونظام التدريب الذى يشكل سابقة النشاط البحثى يميل إذن هو ذاته إلى تخصص متزايد ، أى إلى المزيد من التكلفة والتنوع .

والنتيجة الحتمية هى أن هذه التكنولوجيات الحديثة تتجه مباشرة نحو سوق ذات بعد دولى . ومن الواضح أن في هذا التقسيم المتزايد للنشاط البحثى التطويرى ، لن تستطيع كل البلدان الإبقاء على تقدم لبحوثها الوطنية على كل جبهة تقدم المعلومات الأساسية ، مما يمكنها في آن واحد من استقلال تام ، ومن الحفاظ على قدرتها التنافسية على الصعيد الدولى . وبناء على ذلك سينبغى عقد اتفاقات تعاون على الصعيد الدولى وإلى جانب ذلك ستعول بعض البلدان على تخصصات قومية . فاليابان مثلاً ، تنزعج تاريخياً وبلا جدال تكنولوجيات التخمر .



وينتج إذن عن هذه الظاهرة أننا نشاهد توسعا مستمرا لعلاقات التعاون العلمي والتكنولوجي والصناعي ليس فقط داخل القطاع الخاص ، بل أيضا بين الدول . ويتخذ هذا التعاون أشكالا متنوعة للغاية تتراوح من النقل البسيط للتكنولوجيا إلى المشاركة في عمليات التمويل وفي الكفاءات العلمية لمشروعات بحثية ذات أهمية . إن السيطرة الوطنية على البيوتكنولوجيات تمر بقنوات تعاون مختلفة . فالاتجاه إذن في هذا المجال هو نحو ظاهرة لتحويل التكنولوجيا . وسوف ننظر على التوالي في حالة محور الولايات المتحدة — اليابان وأوروبا .

### التحالف « الجبري » للولايات المتحدة واليابان

إن اليابان مصدر قلق متزايد للولايات المتحدة . ويقارن الكثيرون من العلماء اليوم التحدي التكنولوجي الياباني للتحدي السوفييتي في مجال الفضاء في ١٩٥٧<sup>(١)</sup> وهذا الوضع الذي يتكرر في كافة قطاعات التكنولوجيا الرفيعة يتسع باطراد في مجال البيوتكنولوجيات .

إن البنيات الصناعية والجامعية لهذين البلدين مختلفة جدا كما عرفنا ذلك من قبل ، ومتكاملة بكيفية ما . إن للولايات المتحدة اليوم جهازا جامعيًا قويا وذا أداء طيب ومن ثم لديها نظام تدريبي جيد جدا . وإلى جانب ذلك ذات الروابط مع الصناعة الخاصة ميسرة نسبيا وهي جزئيا الأصل في الحيوية الأمريكية لانشاء شركات متخصصة . أما اليابان ، فعلى عكس ذلك ، أرسي نظاما يمكن وصفه بأنه « تيقظ تكنولوجي » : إن الجهاز الجامعي ضعيف التطور . وينجم عن ذلك إذن ضعف البنية في مستوى البحوث الأساسية وحجمها ونقص في العمالة المدربة ( علماء ومهندسون ) ، اذا راعينا ضعف النظام التدريبي . وإلى جانب

---

(١) راجع خاصة : John Zysman, Stephen Cohen, Michael Gorssus & Francois

Bar: Rapports du Berkeley Roundtable on International Economy.

جامعة كاليفورنيا ، ١٩٨٥ و ١٩٨٦ .

ذلك ، بسبب ضعف البنية الجامعية وعدم توافق السوق المالية ، لا توجد أى شركة تكنولوجيا متخصصة في البيوتكنولوجيات . فاككتساب التكنولوجيا والتحكم منها يستندان إذن بصفة رئيسية على نقل التكنولوجيا من بلدان أخرى ، خاصة الولايات المتحدة ، وشراء شركات أمريكية والتدريب في الجامعات الأجنبية . ويعتبر الأمريكيون انهم مغبونون في هذا النقل ، لان جامعاتهم مفتوحة للجميع ، والمعلومات العلمية متداولة بحرية كبيرة ( إن الولايات المتحدة تستقبل كثيراً من الأجانب ، باعداد تفوق بشدة عدد الأمريكيين في الخارج ) . وعلاوة على ذلك فإن تعدد العقود بين المؤسسات الأجنبية والمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الأمريكية إنما هو وسيلة سريعة متاحة للشركات لاكتساب التكنولوجيا والوصول إلى أعلى مستوى في هذا المجال .

إن تزايد العجز التجارى للولايات المتحدة لاسيما في القطاعات الصناعية ذات التكنولوجيا الرفيعة ، منذ ١٩٨٦ ، المتراكم مع خيبة أمل صناعاتها الخاصة بالمكونات الالكترونية ، تزيد من مخاوف الأمريكيين لإزاء التحدى التكنولوجى اليابانى . في ١٩٨٠ كانت صناعة أشباه الموصلات الأمريكية تبدو على أنها تتزعزع العالم في تلك السوق . وبعد ذلك بسبع سنوات انهارت أجزاء كاملة منها انهياراً تاماً . وقد أدى في ١٩٨٤ الوعى بهذا التهديد إلى تعديل قانون مناهضة التجمعات الاحتكارية اقترح عليه الكونجرس ، ويبيح تجمع المؤسسات في مراكز تعاونية للبحوث ، وأيضاً إلى تحقيق دراسة معمقة ، عرفت بإسم تقرير يونج Young تقترح حلولاً من شأنها ان تعيد إلى الصناعة الأمريكية قدرتها على المنافسة<sup>(٢)</sup> . واليوم تعاني شركات أمريكية عديدة عاملة في مجال أشباه الموصلات من ضائقة مالية شديدة ويشتريها تدريجياً مستثمرون أجانب ، خاصة اليابانيون

---

(١) J.A.Young, Global Competition: The New Reality. The Report of the President's Commission on Industrial competitiveness, 1985.

وفيما يتعلق بالبيوتكنولوجيات ، يظهر اتجاهاً متناقضاً : أنصار خطة متشددة ، مناصرون لإنشاء حماية نشطة ، وأنصار تنمية المبادلات والتعاون المتزايد على الصعيدين العلمي والتقني .

في الحالة الأولى ينبغي الملاحظة أن بعض الجامعات ترفض بعد الآن استقبال الأجانب واليابانيين بالذات في دورات تدريبها ومعامل بحوثها . غير أنه من المشكوك فيه أن يتغلب هذا الاتجاه ، نظراً إلى نقاط التقابل العديدة التي تربط بين هذين البلدين . ومن أهمها مايلي :

— أن اليابان هو الحليف الرئيسي للولايات المتحدة في آسيا  
— أن السوق اليابانية تشكل عاملاً محتملاً هاماً بالنسبة للصناعة الأمريكية وكذلك السوق الأمريكية بالنسبة للصناعة اليابانية  
— أن التعاون العلمي والتقني مع اليابان تاريخي ونشط نشاطاً ملحوظاً .

ويرجع أول اتفاق تعاون علمي لعام ١٩٤٥ وتبعه ثلاثة عشر إتفاقاً ثنائياً .  
وتعتبر اليابان شريكاً مفضلاً للولايات المتحدة فيما يتعلق بالتعاون العلمي .  
— في هذا النطاق ، للجامعة الأمريكية تقليد طويل من العلاقات مع اليابان ، ويتمتع علماء عديدون جداً بتأشيرة جامعية للاقامة في الولايات المتحدة وتساهم الصناعة اليابانية مساهمة كبيرة في تمويل الجامعات الأمريكية على شكل عقود بحوث وإعانات ومنح دراسية .

ومن جهة أخرى فإن الاستثمار الصناعي الياباني في الولايات المتحدة تزايد تزايداً كبيراً في السنوات الأخيرة وأفيا بذلك باهتمام مزدوج يتمثل من جهة في دعم التواجد في السوق الأمريكية ، ومن جهة أخرى في إبطال الإجراءات الحمائية بالإنتاج داخل الأراضي الأمريكية ذاتها فيحافظ بذلك على الأبقاء على فرص العمل هناك ، ويقلل من الواردات . وهذا التوسع في الانتاج الياباني في الولايات المتحدة يلقي لقاءً حسناً لدى المسؤولين الأمريكيين الذين يرون فيه وسيلة مفضلة للحفاظ على النمو الاقتصادي لبعض الولايات . وإلى جانب ذلك لاينبغي أن يغيب عن البال أن اليابانيين يساهمون مساهمة كبيرة في تمويل الدين الخارجي الأمريكي اذ لهم

ما قد يزيد عن ٤٠ مليار دولار مستثمره في الولايات المتحدة ( منها جزء في أذونات على الخزانة الأمريكية ) وأنهم يساهمون بذلك مساهمة محسوسة في تمويل الدين الخارجي الأمريكي . فمن المرجح جداً أن بالرغم من الاحتكاكات الناشئة عن التحدى التكنولوجى ستدوم علاقات التعاون العلمى والتقنى بين هذين البلدين بل ستزداد .

## أوروبا والبرامج الجماعية

إن التنافس التكنولوجى القائم بين اليابان والولايات المتحدة ، والتزايد المحتمل للعلاقات التى تقرب بين البلدين لا يمكن إلا أن يثير اهتمام البلدان الأوروبية . إنه لواضح أن أوروبا لاتستطيع أن تلعب دوراً هاماً في التنافس التكنولوجى الدولى الا اذا استجمعت قواها وأظهرت إرادة سياسية لتحديد استراتيجية مشتركة . إن التعاون على صعيد أنشطة البحث وخاصة البحوث الأساسية وتنسيق اللوائح الوطنية سابتان لا غنى عنهما لتشكيل « أوروبا التكنولوجيات » .

إن إنشاء برنامج البحوث والتطوير الجماعى «Eureka» هو نتيجة هذه الزادة السياسية . وبرنامج «Eureka» ( أو الیقظة التكنولوجية لأوروبا ) يجمع سبعة عشر بلداً : الاثنى عشر بلداً للجماعة الأوروبية وفنلندا والسويد والنرويج والنمسا وسويسرا وتركيا وهو ينصب على خمسة مجالات تكنولوجية : المعالجة الألكترونية للمعلومات والاتصالات السلكية واللاسلكية ، وعلم الانسان الآلى ، والمواد الجديدة والبيوتكنولوجيات . ويجتمع الشركاء المهتمون حول مشروع مشترك يطرح على المجلس الأوروبي . فى ١٩٨٦ ، تم اعتماد ٣٦ مشروعاً في مجال البيوتكنولوجيات وفي سبتمبر ١٩٨٧ تم اعتماد ١٢ مشروعاً جديداً منها واحد فقط تشارك فيه فرنسا . ولنلاحظ أن مشاركة فرنسا في المشروعات المصنفة على أنها مشروعات بيوتكنولوجية ، ضئيلة جداً . فهى لم تنضم الا إلى ربع المشروعات فقط . وتنصب اليوم العلاقات بين مختلف البلدان الأوروبية على مشروعات

البحث ذات الأهداف المحددة تحديدا جيدا . ولكن بناء أوروبا قوية ينبغي أن يمر  
بإجراءات أخرى : إنشاء مراكز بحوث سياسية وتنسيق اللوائح والأنظمة...  
وأنفراديا ، تتجه البلدان الأوروبية أيضا نحو أشكال أخرى من اقتناءات التكنولوجيا  
في السوق الدولية . وهذا هو مثلا حال هولندا التي شجعت قيام فروع  
للمؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة الأمريكية .



## خامساً — تحول العلاقات بين الجامعة والصناعة

ليس تطور العلاقات بين الجامعة والصناعة ظاهرة جديدة : فهو قائم حالياً في مجال الكيمياء والفيزياء والصيدلة والزراعة ... في الولايات المتحدة من الدارج ان يبلغ التمويل الصناعي لبرامج البحث الجامعية من ٦ إلى ٧٪ من موازنة البحث الاجمالية للجامعة وهو يمثل تقريباً مبلغاً متراكماً قدره ٢٠٠ إلى ٣٠٠ مليون دولار في السنة . وفي مجال البيوتكنولوجيات قد يبلغ من ١٥ الى ٢٠ مليوناً .

إن تطور العلاقات الجامعية / الصناعية في الولايات المتحدة والمجالات المترتبة عليه ييحيان — بسبب كبر حجمها الأهم بكثير بالمقارنة مع مايجرى في أوروبا — إجراء تحليل لها أكثر تفصيلاً . وسنكتفي إذن ببحث الوضع الأمريكي مع العلم بأن الانجهاات والمسائل المثارة تتكرر بصورة مماثلة في أوروبا وإن كان ذلك بدرجة أقل .

### تطوير التعاون : أوجه القلق والبحث عن حلول وسط

الشعور الأول البادي هو القلق من مشاهدة انزلاق الأهداف الأصلية للجامعة . ويستند هذا القلق إلى ملحوظتين :

- النقص في العلماء رفيعي المستوى وصعوبة تجديد هيئة التدريس .
- فمنذ ١٩٨١ نقل مقال نشر في مجلة Science أوجه القلق الخاصة « بنقص الأدمغة » في مجال التكنولوجيا النباتية . إن إنشاء المؤسسات البيوتكنولوجية

الجديدة واستثمار المجموعات الصناعية الضخمة ترتب عليهما تنافس شديد لاجتذاب الباحثين الجامعيين القلائل من ذوى الكفاءات المطلوبة . « إن الطلب الجديد من العاملين المؤهلين في البيوتكنولوجيات النباتية يثير مشكلات للجامعات التي تصادف صعوبات في الاحتفاظ بالأفرقة الرفيعة المستوى للإشراف على برامج الدكتوراة » (١) .

### • تغلغل المصالح الخاصة في الوسط الجامعى

إن القلق لاينصب فقط على استنزاف الجامعيين نحو الصناعة ، بل أيضا تغلغل المصالح الخاصة بينهم . لقد بين ونستون بريل Winston Brill ، الأستاذ بجامعة وسكونس ورئيس شركة Agracetus (Graee) ، فى شهادته أمام الكونجرس الأمريكى ، « أن عدد الخبراء فى البيولوجيا الجزيئية أو الكيمياء الحيوية النباتية محدود جداً . ومعظم الأساتذة من ذوى الشهرة أصبحوا منذ الآن استشاريين لشركة أو لأخرى » .

فى مجال البيوتكنولوجيات النباتية المحدود ، كشف تعداد « لابسى القبعتين » — أى الجامعيين العاملين كاستشاريين لمؤسسة خاصة مع احتفاظهم بوظيفتهم فى الجامعة — عن ظاهرة مؤثرة ؛ فعلى الصعيد الكمى البحث ، تخصص هذه الظاهرة ( بالنسبة للعقود المعروفة وحدها ) أكثر من خمسين أستاذاً مع أخذ الاتفاقات المعقودة مع المؤسسات البيوتكنولوجية الجديدة وحدها ، فى الحسبان ( لكنه من المؤكد أن المجموعات الصناعية تلجأ هى أيضا إلى هذا الشكل من الاتفاق ) .

والسؤال الذى يطرح هو اذن معرفة ماينفيه بالذات هذا النمط من العلاقة التعاقدية ، والوسائل التى تلجأ إليها الجامعة للسيطرة على هذه الحركة . وقد أثارت تلك المشكلة مجادلات عديدة سواء داخل الجامعات أو أثناء جلسات الاستماع فى



الكونغرس الأمريكى .

كيف يمكن في الواقع ضمان احترام القواعد الملزمة لسير العمل بالجامعة ومن أهمها : من جهة الحفاظ على تقدم المعلومات بالتداول الحر لنتائج البحوث ، وعلى الحرية المطلقة للاعلام العلمى ؛ ومن جهة أخرى حماية مضمون التعليم ونوعيته ، وأيضاً اختبار خطوط البحث ، من نفوذ توجيهى أكثر من اللازم مرده المقتضيات التجارية ؛ وأخيراً تفضادى قيام منافسة بين الجامعيين أساسها تمويلات خاصة ودوافع تجارية قد تضر بتقدم المعارف .

ومن جهة أخرى تمت تعاقدات هامة جداً ابتداء من أول الثمانينيات ، خاصة في المجال الطبى الحيوى ( أنظر الجدول الثانى والعشرين ) .  
وتكمن السمة الجديدة لهذه التعاقدات في أهمية المبالغ التى تنصب عليها ، ومدتها والاتجاه الواضح نحو البحوث الأساسية . ولإزاء أخطار الشطت المرتبطة بالتمويل الصناعى للبحوث الجامعية ، إجتمع في ١٩٨٢ مديرو معهد ماساشوستس التكنولوجى بستانفورد ومعهد التكنولوجيا بكاليفورنيا ومعهد هارفارد لتحديد مواقف مشتركة هدفها ضمان السمة الانفتاحية والمستقلة للجامعة . وقد كانت المبادئ العامة التى توصلوا إليها كالآتى :

— على الصناعة أن تبحث عن ميزة تنافسية في مساندتها للبحوث الجامعية .

— لا ينبغي لتطوير العلاقات بين الجامعة والصناعة ، أن يشوه الأهداف الأكاديمية .

— ينبغي أن يتم بأى ثمن تلاقى إحاطة الأساليب والنتائج بالسرية .  
كذلك ينبغي أن يجرى كل عمل متبادل بكيفية مكشوفة واضحة .

— ينبغي أن تكشف للجمهور كافة نتائج البحوث بما فيها نتائج البحوث التى تمولها الصناعة وإن كانت فترة وجيزة ضرورية أحياناً لحماية حقوق الحياة<sup>(٢)</sup> .

---

(٢) راجع : G.J.Desgroseillers in «Problèmes Economiques» 14 Novembre : 1985.

Biofutur ( ٧٢ ) جدول  
بعض الاستثمارات الصناعية في البحث الجامعي

المجموعة	التاريخ	المعهد العام	المبلغ *	موضوع البحث
هوكست	١٩٨١	مستشفى ماساتشوستس العام	٧٠ على سنوات ١٠ سنوات	هندسة وراثية تطبيقية
و.ر. جريس	١٩٨١	معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا	٣٠ على سنوات ٥ سنوات	هندسة وراثية جزيئية
دي يون	١٩٨٢	كلية طب هارفارد	٦ على ٥ سنوات	تدريب العاملين في البيولوجيا الجزيئية
إكسون	—	معمل كولدمبرغ هاربور	١٠ على ٧,٥ سنوات ٥ سنوات	تنظيم وظيفة البروتينات والليبيدات
مونسانتو	١٩٨٢	جامعة واشنطن	٢٣,٥ على سنوات ٥ سنوات	إشياء معهد الليبركتولوجيا
كورننج للزجاج	مُنذ ١٩٨٧	جامعة كورنل	٢,٥ لكل واحد ٦ على مدى سنوات	

\* بيانات الدولارات  
المصدر : C.Ducos, P.B. Joly من أقوال المصنف .

يبدو جليا في بعض الحالات أن ثمة تناقضا واضحا جداً بين المصالح الأكاديمية والمصالح الصناعية . وبصفة خاصة أن ماذكر بشأن نقطة براءة الاختراع الحاسمة يشبه جداً أمنية صالحة . وفيما عدا حالات البحث السابق للمنافسة ( وهي حالات يتحتم تحديدها بدقة ولا تبدو أنها المستهدفة ) ، ليس من الواضح كيف يمكن التوفيق بين مصلحة الممول الصناعي وحرية تداول النتائج .

الجامعة وتوقعات إبداع براءة اختراع يخلقان جوا من الحذر يقلل من مبادلات المعلومات ومعدات البحث ( معدات نباتية مثلا ) . ولا تعمل السرية فقط في اتجاه الصناعة — الجامعة بل تشاهد حركات منع داخل المجتمع العلمي ذاته ازاء الجامعيين من ذوى الصلة بالصناعة ، بقدر ما يعملون حسب قواعد مختلفة .

والأمر كذلك بالنسبة لاستخدام نتائج البحوث . إن الوثائق التي رجعنا إليها لاتسمح بالوصول إلى وضع قاطع . ويقول C.Kaysen ( ١٩٨٦ ) إن معهد ماساشوستس للتكنولوجيا يودع براءات اختراع عن هذه النتائج : ويتمتع المتعاقدون بترخيص للاستغلال غير مقصور عليهم ، دون دفع عائدات . ويلاحظ J.c.Pinon ( في مجلة Biofutur عدد ابريل ١٩٨٣ ) على عكس ذلك ان « الجامعيين يقبلون شرط العقود الذي ينص على أن حقوق استغلال براءات الاختراع تعود قصرا للشركة التي مولت البحث » .

والخلاصة أنه يبدو إذن أن تعايش منطقتين مختلفتين ( العام والخاص ) يثير عددا من الصعوبات لا ينبغي الاستخفاف بحجمها . إن دخول الصناعة الأوساط الجامعية قد يضعف من كفاءة النظام : على المدى القريب بالخضوع « لقانون السر » الذي يحد من تداول المعارف وعلى المدى المتوسط والبعيد ، بصعوبة تكاثر الجهاز الجامعي وتأثير القيود التجارية على اختيار خطوط البحث .

## تقارب حتمي

ومع ذلك فإن عدة حجج تعمل من أجل تقارب بين هذين الكيانين .

ففى المقام الأول ، ينطبق التمييز التقليدى بين البحوث التطبيقية والبحاث الأساسية انطباقا سيعاً جداً فى مجال البيوتكنولوجيات مثلما فى مجال كل « التكنولوجيا الرفيعة » وأعمال البحث المعقدة والملائمة للتقدم العام للمعلومات تولد أيضاً قيمة مضافة ، وتحمل الجامعة والصناعة على العمل على برامج بحث متماثلة . فالكفاءة الاقتصادية تبدو اذن كأنها تتجه نحو تقارب بين هذين الكيانين .

ومن جهة أخرى فإن ركود التمويل الفدرالى للجامعات بالدولارات الثابتة ( بينما تتزايد بسرعة تكلفة المعدات ) ، قد عمل كحافز قوى للسمى إلى موارد جديدة . إن تحقيق عقود للصناعة يشكل إذن عنصر رد على هذا التناقض فى التمويل العام . ومن جهة أخرى ، تمشيا أيضاً فى هذا الاتجاه ، منح اتفاق البراءات الدولى للجامعات فى ١٩٨١ حق امتلاك كل براءة منبثقة من بحث مول بعقد فدرالى واسناد استغلالها قصراً إلى شركة خاصة .

فى ١٩٨٠ منح مكتب البراءات بالولايات المتحدة جامعة ستانفورد وجامعة بركلي ، بكاليفورنيا ، براءة لتقنية زرع جينة فى بلازمية بكتيرية ، أخرجها كوهين وبوايه . ويقال ان فى ١٩٨٤ ، حصلت فعلاً هاتان الجامعاتان على حوالى مليونى دولار كمكافآت [٤] .

إن التقارب بين هذين النوعين من المؤسسات يبدو إذن حتمياً مع مرور الزمن . والمشاكل التى يثيرها هذا التقارب ذات أهمية ، ولكن يجب أن يتيسر التغلب عليها . وفى هذا المجال يدلل وضع تعاقد بحث طويل الأجل بين جامعة واشنطن ومجموعة مونسانتو على أنه من المستطاع قيام تفكير أساسى بين الشريكين وأنه يمكن إيجاد حلول للتناقض الظاهر لتعارض المصالح الأكاديمية والصناعية . ( يرجع إلى ماهو وارد داخل اطار فيما يلى ) . وإلى جانب هذا النوع من العقود ، وهو كلاسيكى نسبياً ، طورت الولايات المتحدة أشكالاً جديدة من العلاقات :

(١) البرامج المسماة ببرامج المتتمين العاملين أو المتخصصين ، التى تجمع

تمويلات عدة مجموعات صناعية في الاتحادات بحث وتتيح ، بصورة متميزة ولكن غير قاصرة ، الحصول على نتائج أعمال البحث التي قامت بها جامعة .  
(٢) مراكز البحث التعاونية : تمويل مؤسسة العلوم القومية ومجموعة من أصحاب الصناعات لمركز بحوث تطبيقية .

### إتفاق مونسانتو — جامعة واشنطن

في ١٩٨٢ وقعت مونسانتو وجامعة واشنطن إتفاقا طويلا الأجل لمدة خمس سنوات قابلة للتجديد .  
وقد جاء هذا الإتفاق بعد سنة من المفاوضات حاول خلالها كل من السيد هـ . شنيدرمان H.Schneiderman مدير البحوث في مونسانتو ود. كيبنس D.Kipnis رئيس قسم الطب بالجامعة التوصل إلى حل وسط يتيح احترام المبادئ العامة لكل من هاتين المؤسستين . وكان من بين المطالب حرص د. كيبنس على حماية قوة البحوث والسمعة العلمية للجامعة . لقد تم تعريف عقد «تنظيم وظيفة البروتينات والبيبتيدات ( المضميدات ) في الاتصالات بين الخلايا» بحيث تنطوي على منظورات بحوث جديدة مفيدة للجامعة وترى فيها مونسانتو مجالات يمكن استغلالها من الناحية التجارية .

تم توقيع العقد مع الجامعة وكل باحث معمل معني عليه أن يعرض مشروعه لموافقة اللجنة . ويمكن ذلك من تلاقي أى تعامل خاص فردى . وتدير الإتفاق لجنة مختلطة مؤلفة من خمسة أعضاء علماء وإداريين من مونسانتو وخمسة أعضاء من الجامعة . والعقد برمته والآثار الناجمة عنه بالنسبة للجامعة يخضعان دوريا ( كل ثلاث سنوات ) لرقابة هيئة مستقلة مؤلفة من علماء معترف بهم على المستوى الدولى .

تخصص الأموال الناتجة عن هذا العقد ( ٢٢,٥ مليون دولار على مدى خمس سنوات ) مباشرة لكلية الطب ، وبراءات الاختراع تكون ملكا للجامعة : وتوزع الاتاوات بين الكلية والادارة والمعمل . ولونسانتو مهلة احتياطية طوها ثلاثين يوما قبل النشر . ويبدو أن الشريكين راضيان تماما بالشروط التي تم بها التعاقد : فقد مُدَّ في ١٩٨٧ ثلاث سنوات . ويعتبر د. كيبس أن هذا الاتفاق كان حافزا للفضول العلمي بقدر مأمكّن على هذا النحو توفر تمويلات إضافية من تطوير مشروعات جديدة .

إن أوجه التعاون بين الجامعة والقطاع الخاص ، بعد أن التزمت التزاما واسعا منذ بداية السبعينيات ، في مجال العلوم الهندسية بصفة خاصة ، انطلقت انطلاقا ملحوظة جدا مع تطوير البيوتكنولوجيات . وستصبح هذه التعاونات عنصر بنية للكيفية التي تعمل بها الجامعات ، مغيرة بذلك ذاته نظام إنتاج المعارف . إن نشاط البحث العام الذي كان حتى الآن منفصلا في معظمه عن المتطلبات القصيرة والمتوسطة الأجل للبيئة الاقتصادية ، سيصبح في النهاية خاضعا لها بصورة متزايدة . ولهذا التطور جوانب إيجابية . إلا أن لا سبيل للانكار أنه ينبغي الحفاظ على بعض من الاستقلال ولو لضمان انفتاح الاتجاهات الطويلة الأجل . من وجهة النظر هذه ، الوضع الفرنسي مشابه تماما للوضع الأمريكي مع فارق في الحجم . إن غياب سوابق في علوم الهندسة ، وقلة عدد أصحاب الصناعات المعنيين اليوم بالبيوتكنولوجيات تجعلان التعاونات اليوم تنصب على نقاط محددة نسبيا ، ومن ثم مخاطر انحراف وظائف الجامعة ليست بعد موضوع جدال وطني حقيقي ، كما هو الحال في الولايات المتحدة .

وإحدى المشاكل التي يثيرها هذا التعاون هي كما رأينا تداول المعلومات والتقليك الخاص لنتائج البحوث . فالى جانب المشكلة الصعبة الحل من وجهة النظر العلمية والتقنية البحتة المتمثلة في تقاسم ملكية النتائج بين الجامعة

والصناعة ، تثار بصورة حاسمة مشكلة مدى شرعية براءة الاختراع وهي مرادفة  
للتملك الخاص وسنخوض في هذه المسألة في الفصل التالى .





## سادسا — إمكانية منح براءات اختراع عما هو حي

إن براءة الاختراع هي عنصر سياسة صناعية وتشكل أيضا في حد ذاتها مرحلة جديدة في تملك السلع ، ومن ثم ، في العلاقة الفلسفية والأخلاقية للإنسان بهذه السلع . ولهذا أهمية خاصة في حالة المنتجات والأساليب المتعلقة بمجال ما هو حي وبخاصة البيوتكنولوجيات .

في ١٩٧٣ ، في مؤتمر ميونيخ ، ردَّ القانون الأوروبي الالتجاء إلى الحماية ببراءة الاختراع في مجال ما هو حي . والتطوير التجاري للبيوتكنولوجيات يواجه بصورة متزايدة هذا التصور التقليدي . ففي بيئة اقتصادية متأزمة ، حيث تصبح الكلمات الرئيسية هي الابتكار والقدرة على المنافسة ، تكثر الضغوط لصالح تحول النظام القانوني . إن مدَّ البراءات الصناعية إلى صعيد ما هو حي والذي يطالب به أساسا أصحاب الصناعات ، تبرره أسباب اقتصادية لا تخلو من الكلاسيكية . إلا أنها تواجه مجموعة من المشكلات ذات الطابع الاقتصادي والأخلاقي على حد سواء .

## التحليل الاقتصادي لنظام البراءات

من وجهة النظر الاقتصادية يمكن تلخيص تبرير نظام البراءات تلخيصا لا يخلو من البساطة : إنه حل وسط بين الكفاءة الساكنة والحوافز الدينامية وعلى أقصى تقدير ، إن اختراعا ( يمكن مثلا من خفض تكلفة الإنتاج ) يمكن تصوره

كأنه . معرفه جديدة سمتها كما يلى : تكلفة تداولها ضئيلة أو منعدمة اذا قورنت بتكلفة تخليقها . ومن ناحية الكفاءة الساكنة ينبغى أن يُنشر الاختراع فوراً ويجب أن يكون ثمنه منعدما . الا أنه في نطاق الاقتصاد السوي لن يستثمر رجل أعمال خاص في نشاط ابتكارى الا اذا كان سيوفر له ميزة تنافسية ويشكل مصدر ربح . ومن وجهة نظر الحوافز الدينامية لابد أن يُضمن للمخترع شكلا من أشكال احتكار استخدام اختراعه .

إن الحل الوسط الذى تشكله البراءات يعطى المخترع احتكارا مؤقتا لاستخدام اختراعه بينما يجبره على الكشف عن معلوماته إذ ينبغى في الواقع ان يصحب إيداع البراءة وصف دقيق يسمح « لرجل الفن » بنقل الاختراع . في التحاليل الاقتصادية ، تعتبر البراءة إما كمخرج للبحث ( يستخدم لاجراء مقارنات بين بلدان أو مؤسسات ) أو كتخليق ثروة في المؤسسة أو تشكيل إجمالى لرأس مال ثابت .

لقد أمكن مؤخراً الاكتشاف ان البراءات قد تعتبر أحيانا أداة استراتيجية فاليابان مثلا اشتهرت باستخدامها المنتظم للبراءات الأجنبية كمصدر معلومات وتكنولوجيا . ولكن لوحظ أيضا أن بعض المؤسسات تتبع استراتيجيات لتجميد الابتكار بالبراءات . واذا كان يصعب الإبقاء على وضع احتكارى براءة واحدة يمكن محاكمتها أو الالتفاف حولها ، تستطيع محفظة كاملة من البراءات أن تبنى المؤسسة السيطرة التامة على باب انتاج معين بل وايداع براءات لأساليب أو منتجات متقاربة دون أن تتأكد من جدواها . ويمثل ذلك أمكن لشركة زيروكس Xerox أن تبقى طويلا احتكارها لطريقة الاستنساخ الضوئى الجاف . وقد اقتضى الأمر ان اجبرت المحاكم الأمريكية الشركة على أن تتنازل عن تراخيص استغلال لمنافسها .

دون إجراء تقييم شامل هنا لنظام البراءات ينبغى الملاحظة أن هذا النظام يتعرض اليوم لانتقادات عديدة . ان عددا كبيرا من المؤسسات مستاء من نشر المعلومات بالبراءات : لقد أظهرت دراسة حديثة أجرتها جامعة ييل ( الولايات

المتحدة ) أن الحماية بالبراءة تكون هامشية بالنسبة للقطاعات التي ينصب فيها الابتكار على الأساليب ( في هذه الحالة يكون من الأفضل الحفاظ على السرية إلا أنها بعكس ذلك أساسية بالنسبة للقطاعات التي يسهل فيها محاكاة ابتكارات المنتجات ( الكيمياء الرفيعة والصيدلة ) . وتوجه انتقادات أيضا للتكاليف الاجتماعية المرتبطة بالبراءات : تجميد الابتكارات ( نسبة عالية جدا من البراءات لا تستخدم ) أو تجميد بعض البحوث في حالة ما إذا كان المؤسسة وضع مسيطر أو سبق قليل على منافسيها ( ظاهرة الشفعة ) .

إلا أنه يظهر اليوم نقد ذو سمة أساسية أعمق . إن نظام البراءات وضع في فترة كانت فيها الاختراعات مرتبطة أساسا بالميكانيكا . فالنموذج الأساسي للبراءة كان إذن الآلة وهي جماد مجرد تماما من الحياة . إن اتفاقية ميونيخ الخاصة بالبراءة الأوروبية ( ١٩٧٣ ) التي يستخدمها كنموذج عدد كبير من الدول الراغبة في توفير تشريعها الوطني ، تستبعد مثلا من مجال ايداع البراءات : « الاكتشافات والنظريات العلمية والأساليب الحسابية [٠٠٠] وبرامج الحاسبات الآلية ، وطرق العلاج الجراحي [...] والأصناف النباتية أو السلالات الحيوانية وكذلك الطرق البيولوجية أساسا للحصول على نباتات أو حيوانات » « على الا يطبق هذا الحكم على الأساليب البيولوجية المجهية وعلى منتجات هذه الأساليب » .

إلا أن تطور النظام التقني يتميز من جهة بالاستخدام المتزايد للاعلام وتجميد اساليب الانتاج من السمة المادية ، ومن جهة أخرى بالاحلال التدريجي للمبادئ البيولوجية محل المبادئ الميكانيكية . وازاء هذا التطور المزيج أصبح نظام البراءات غير مناسب في بعض أسسه . وعدم التناسب هذا يفسر قرارات جاءت مضادة لمبادئ النظام للاستجابة لمطالب رجال الصناعة مثل الطرق الحاسوبية الخاصة لحل بعض المسائل .

### البراءة الخاصة بالكائنات الحية تثير مشكلات تقنية

عندما نشر في ١٩٨٤ مكتب تقييم التكنولوجيا التابع للكونغرس الأمريكي

وثيقته المرجعية الخاصة بعوامل التنافس في مرحلة التطوير التجاري للبيوتكنولوجيات ، حدد البراءات على أنها عامل أساسي : « لن يُشرع في العديد من مشروعات البحث الجديدة إذا انتفت امكانية الحلولة دون استخدام المنافسين نتائج الجهود المبذولة . وعلى هذا النحو فان نظاما تشريعا فعالا خاصا بالملكية الفكرية يزيد من تنافس بلد ما في البيوتكنولوجيات » .

لقد أصبحت منذ ذاك الحين مشكلة حماية البيوتكنولوجيات بواسطة البراءة في محور المجادلات على الساحة الدولية . إن آراء مختلف المنظمات ( منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية والمنظمة العالمية للملكية الفكرية ... ) تتفق في ضرورة إرساء نظام يمكن من الاستجابة إلى مطالب رجال الصناعة . والمجموعات الكيميائية والصيدلية التي تلعب دورا دافعا في التطوير الصناعي للبيوتكنولوجيات تتمتع بثقافة واسعة في مجال البراءات . وتقول منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية « بعض الشركات قد أبلغت فعلا عن أنها تعتبر حماية قانونية موثوقا بها شرطا حيويا إن لم يكن مسبقا ، ضروريا لمواصلة أنشطة البحث والتطوير في مجال البيوتكنولوجيات » [٤]

إلا أنه ينبغي الملاحظة مع ذلك أن مثل هذا الوضع لا يحوز الإجماع حتى في العالم الصناعي . وبصفة خاصة إن إمكان منح براءات الاختراع بالنسبة للنباتات والذي قد يحل محل النظام الحالي لشهادات الحصول على سلالات نباتية ، يقيم المواجهة بين المعنيين التقليديين بالبنور والدخلاء الجدد على صناعة البنور [١٦ و ١٧] .

والحجة الثانية التي تؤيد الحماية بواسطة البراءة هي أن البيوتكنولوجيات تزدهر تلقائيا على النطاق الدولي : إن الجهود تستند إلى عدد كبير من الاتصالات والمشروعات وعمليات مشتركة تتجاوز الحدود ، فتقوم صلات بين شركات ومراكز بحوث في بلدان مختلفة . والفروقات الملحوظة بين الأوضاع الوطنية كثيرا ماتشكل مكبحا لتطوير هذه العلاقات . ولا يغيب عن الذاكرة مثلا النزاع الذي قام بين معهد باستير بباريس والمعهد القومي للسرطان ( بالولايات المتحدة ) بشأن البراءة

الخاصة باختبار الكشف عن الأليز .

إن الدراسات المختلفة التي أجريت على مقارنات التشريعات الوطنية فيما يتعلق بحماية الابتكارات البيوتكنولوجية ، تدل على أن الأوضاع مختلفة جداً ويبدو أن اليابان والولايات المتحدة أكثر البلدان تقدماً ويفسر بعض المراقبين تخلف أوروبا في البيوتكنولوجيات بأوجه القصور في نظامها الخاص بحماية الابتكار . لقد أفلحنا في التدليل على أن الأسباب في تحديد الأوضاع الوطنية أكثر تعقيداً من ذلك بكثير . إلا أنه مراعاة للسمة الدولية للتكنولوجيا ، أصبح من الملح الاتجاه نحو تنسيق الأنظمة الوطنية والتوفيق بينها . وما يؤسف له أن هذا التنسيق يسير في اتجاه « الزعة القصوى » لحماية المعلومات والكائنات الحية .

وبالرغم من أنه لم تحدث تعديلات في القوانين ، فإن قرارات المحاكم أو مكاتب البراءات تسير في الواقع في هذا الاتجاه . وفي مجال البيوتكنولوجيات تتبع المشاكل من أن في حالات عديدة ، ليست الطريقة بل منتج النشاط الابتكاري هو موضوع الاهتمام . ومن ثم كانت ثلاثة أنواع من المشكلات :

- (١) المنتج كائن حي ، مستبعد تقليدياً من مجال إخضاعه للبراءات .
- (٢) الطريقة المستخدمة للحصول على هذا المنتج كثيراً ما تكون عملية غير مؤكدة : في بعض الأحيان يصعب التمييز بين عمل الطبيعة ( في عملية تحول مثلاً ) والنشاط الابتكاري .
- (٣) وأخيراً لما كان وصف العملية لا يتيح « لرجل المهنة » نقل الاختراع فإن مطلب نشر المعلومات لن يتحقق .

وقد تم اجتياز المرحلة الأساسية بقرار المحكمة العليا في الولايات المتحدة في قضية « دياموند ضد شكرابارقي » (١٩٨٠) وهو القرار الذي يعلن قبول الادعاء التالي : « بكتيريا ناتجة من نوع الـ *Pseudomonas* تحتوي على بلازميدين ثابتين على الأقل مولدين للطاقة ، على أن يحدث كل بلازميد عملية تحلل هيدروكربون منفصلة » وبينما تكثر البراءات الخاصة بالأساليب ( تمنح أكثر من ألف براءة كل سنة ) ، هذه هي المرة الأولى التي يقبل فيها إصدار براءة عن ناتج البحث وهو

كائن حي .

وكان مكتب البراءات قد رفض في مرحلة أولى هذا الطلب مبينا أنه لم يكن في نية الكونجرس إدخال الكائنات الحية في عبارتي « صنع » أو « تخليق مادة » وعلاوة على ذلك اعتبرت الكائنات المجهرية أنها منتجات طبيعية وبصفتها هذه غير قابلة للخضوع للبراءات .

وقد رفضت المحكمة العليا هذه الحجج بخمسة أصوات مقابل أربعة . ودُحض الاعتراض الأول بأن طلب البراءة كان ينصب على « صنع » أو « تخليق مادة » لا توجد طبيعياً . ولما كانت البكتيريا لا توجد في الحالة الطبيعية فإن الأمر كان يتعلق فعلاً ، حسب رأى المحكمة ، بكائن مجهرى جديد ليس مستتباً من اكتشاف كائن مجهرى بل في الحقيقة من عملية مردها النشاط الابتكارى . فهذا القرار يستند إذن إلى تمييز دقيق تبين الحياة الطبيعية والحياة الاصطناعية .

وبعد تجاوز هذه المرحلة الأولى ، أصبحت امكانية منح براءات اختراع عن كائنات حية أكثر تعقيداً ، مجرد إجراء . ففي عام ١٩٨٥ منح مكتب براءات الاختراع الأمريكى براءة عن نوع من الذرة وفي عام ١٩٨٧ جاء دور معاره معالجه بالجينات تبعها في عام ١٩٨٨ فأرجامعة هارفرد . وسرعان ما تابع المكتب الأوروبي لبراءات الاختراع هذه القرارات . وقد تم تفسير استبعاد الأجناس الحيوانية والأنواع النباتية تفسيراً ضيقاً مقيداً : هذه الحيوانات أو النباتات المعالجة بالهندسة الجينية ليست أجناساً ولا أنواعاً . فهي إذن قابلة لإصدار براءة اختراع عنها . لقد أصبح علم جديد لدلالات الالفاظ يتيح الالتفاف حول العقبات التى يضعها القانون . وقد صدرت براءة عن أول نبات في ١٩٨٨ وعن أول حيوان ( الفأر المعالج بالجينات ) في ١٩٩١ .

ولانخلو هذه التطورات من بعض المبالغات . ففي بداية ١٩٩٢ اودع باحث من معهد الصحة القومى في الولايات المتحدة براءة اختراع تطالب بـ ٢٤٧٧ جينه اى ٣٪ تقريباً من الجينوم آدمى . وليس جلياً في هذه الحالة ما الذى يبرر منح البراءة لأن الامر يتعلق فقط بقراءة المتتابعات وليس بتحديد وظيفة هذه الجينات

( وهى اصعب مرحلة ) .

وعلى كل حال خارج مثل هذه المبالغات هذه التحولات منطقيه ومتناسكة تماما ، فها أنه من المقبول أن « المبادرة الخاصة » يجب أن تلعب دورا محركا في تطوير البحوث الأساسية للبيوتكنولوجيات ، فانه ينبغي إعداد النظام بحيث يتوفر ضمان جدى لمكافحة الجهود . فالاختيار يتم اذن في المرحلة السابقة . إن خيار تطوير خاص للتقنيات الحيوية ( البيوتقنيات ) تم بسهولة أكبر لاسيما وأن في هذه الفترة من الأزمة ثمة ميل إلى رد اعتبار المؤسسة الخاصة وانتقاد تدخلات الدولة في الاقتصاد ، وأن اللعبة برمتها تجرى على قاعدة من التنافس الدولى المتزايد . وهذا بالتأكيد يعنى إهلاك ثقة أكثر من اللازم لآليات السوق .

### إن قابلية ماهو حى للتغطية ببراءات الاختراع تعكس تحول الاخلاقيات

إزاء التحولات الملاحظة ، تظهر حركات مقاومة . وثمة ميل في كثير من الأحيان إلى وصفها بالتشككية وبأنها حركات « مناهضة للتقدم » . إن عالمنا التكنولوجى يحمل إذن الاقرار بأن هناك مواطنين يرغبون في الاحاطة بتطور العالم الذى يعيشون فيه ، مواطنين يريدون تطويع هذا التطور بالضغط على قرارات أساسية لا سلطة للمؤسسات الديمقراطية عليها .

في الولايات المتحدة ، لعب قرار ابريل ١٩٨٧ دورا حافزا هاما : لقد حاول تحالف تألف على الأخص من جمعية الولايات المتحدة الانسانية والمؤسسة المعنية بالاتجاهات الاقتصادية ، تجميد هذه السياسة الخاصة بالبراءات متلذعا بالانزلاق الحتمى نحو اصدار براءات لكافة أشكال الحياة بما في ذلك الحياة البشرية . إن التوسع في البراءات ، وهو النتيجة الحتمية للبحوث التى تجري في إطار القطاع الخاص ، يتعارض أساسا مع الأخلاقيات التى كان يقوم عليها حتى الآن نموذج تكيفنا الاجتماعى الثقافى . واذا كان عصر الأنوار يحمل في طياته نهاية

« أسطورة الطبيعة المقدسة » ، لقد اعتبر دائما ماهو حى متميزا مما هو مجرد من الحياة ، وغير قابل للتملك ، إلا في حالات استثنائية نادرة .

إن القرارات القضائية تدخل تميزات جديدة بين مختلف فئات ماهو حى ويجرى بصفة خاصة فصل فكرة الحياة عن فكرة الطبيعة فيكون بذلك التمييز بين الحياة الطبيعية والحياة الاصطناعية . ويشرح برنار إدلن Bernard Edelman هذا التطور بتحليل القرارات القضائية [١٥] ان استخلاصاته جدية بنقلها مطولا : « يمكن إذن تلخيص كل هذا التطور في سلسلة من التقارير يستحث كل واحد منها الآخر . لقد شاهدنا أولا تمييزاً بين ماهو حى وماهو مجرد من الحياة . وقد تعدل هذا التمييز ذاته ليصبح منتجات الطبيعة ( حية أو لا ) أو اختراعات الانسان ؛ وأخيراً ولّد هذا التمييز الأخير نسبة الحياة الطبيعية إلى الحياة الاصطناعية . وبعبارة أخرى أحتفظ في الأصل بما هو حى بمنأى عن النشاط الابتكارى . وفي مرحلة ثانية ، فصل عن النشاط الابتكارى وفي مرحلة ثالثة تبينّت فئات ماهو حى . وهنا أيضا نواجه عملية نمطية من السيطرة على الطبيعة . يريد الانسان استخدام الانسان أو الحيوان أو ماهو حى ، يهبط به الى مرتبة الوسيلة وعندما يتعلق الأمر بما هو حى ، يضيف عليه صفة الاصطناعى . وهو يوضح بعد ذلك : « لقد حقق الغرب حلمه القديم بالسيطرة على الطبيعة وعندما تمت هذه السيطرة ، فقدت الطبيعة معناها . وهذا هو الذى يساند الاحتجاجات البيئية : إننا في حاجة إلى استعادة هبة ماهو حى » .



## سابعا — تحول انتماءات الانسان إلى الطبيعة

تشكل البيوتكنولوجيات موضوع مجادلات عديدة بشأن العلاقات بين أوجه التقدم التي حققها العلم والتكنولوجيا و« معنى » التقدم الذي تنطوي عليه . وبعض التطبيقات مثل أطفال الأنابيب وجملة التقنيات المرتبطة بالتناسل الاصطناعي تشجب مخاوف وآمال الأفراد . ودون الميل إلى نزعة توقع الكوارث ولا إلى التفاؤل المطلق ، من الواضح أنه لا ينبغي إغفال تقدير هذه الانقلابات المستقبلية . فالبيوتكنولوجيات تعطي الانسان قدرة خلاقة حقيقية مرتبطة بالتملك من تحويل الكائنات الحية . وتخص الآثار الأولى التملك من الطبيعة ( القسم ١ ) بقدر ماتخص التقنيات التي تنصب مباشرة على الحياة البشرية ( قسم ٢ ) . وفي كلتا الحالتين فان تصور الانسان وتصويره هما اللذان قد يُعدّلان كلية : فالمشاكل الأخلاقية المطروحة حادة إذن بدرجة خاصة .

إلا أنه يبدو أننا اليوم في مرحلة يتقدم فيها العلم والتقنية بسرعة أكبر بكثير من استيعاب المجتمع لأوجه التقدم هذه فتطرح اذن وبكيفية حاسمة مسألة مسؤولية الباحث ومسؤولية الرقابة الاجتماعية للبحوث .

أمام حقل الممكنات الذي يفتح اليوم أمام الباحث ، أصبح هذا أيضا فيلسوفا وكاتباً مهماً بالأخلاقيات . وتثار بصفة خاصة أخلاقيات الانتقال من الممكنات إلى الوجود ، أى اختيار الباحث للتقنية أو التقنيات التي ستتحول من الممكن تحقيقه إلى المحقق . وبالتأكيد تكون المواجهة بين رجال العلم بشأن هذه

النقطة الأخيرة هي الأشد ظهوراً .

الواقع أن البعض يرى أن الخيارات الأخلاقية يجب أن تلحق العلم عند مرحلة الاستخدام النهائي للتقنية . وهذا هو موقف ب . كوريلسكى P.Kourilsky (مؤلف Les Artisans de l'hérédité) الذى يرى أن الباحث إزاء بحثه الأساسى ، يجب أن يتمتع بحرية تصرف كاملة . « إن المجتمع العلمى يحكم على نفسه بنفسه . وهو متعود أن يكون قاضيا وطرفا في النزاع ومهما بدا ذلك غير مألوف فإنه لا توجد أية وسيلة أخرى عملية » .

ويرى علماء آخرون أنه على العكس يجب أن تكون الخيارات سابقة للبحث وعلى هذا النحو تخلى J.Testart عام ١٩٨٦ عن بحوثه في التناسل الاصطناعى . « كفى إدعاءً بالاعتقاد أن البحث قد يكون محايداً على أن توصف تطبيقاته وحدها بأنها حميدة أو سيئة . فأين التدليل على أن اكتشافا واحداً لم يطبق لأنه كان ينطبق على حاجة قائمة من قبل أو نشأت عن هذا الاكتشاف فيجب إذن أن تسبق الخيارات الأخلاقية الاكتشاف » [٢٠] .

إن التساؤل عن مسؤولية الباحث ودوره في المجتمع ليس مرتبطاً بانثاق البيوتكنولوجيات ، وعلى نحو ذلك ، في الولايات المتحدة ، كانت نتائج مشروع « منهاتان » ( القنبلة الذرية ) واستخدام اكتشافات الكيمياء في حرب فيتنام ، بصفة خاصة ، قد لعبت بالفعل دوراً أساسياً في وعى العلماء بدورهم في تطور المجتمع . ولكن تطوير التكنولوجيات الجديدة المرتبطة بما هو حى يعود بهذه المسائل إلى جدول أعمال اليوم . لقد أحدث داخل مجتمع الباحثين ردود فعل شديدة للغاية للدافع لها في آن واحد ، إدراك المخاطر التكنولوجية ( تخلى بول برج Paul Berg عن تجاربه لزراعة فيروس مسبب للسرطان في الباسيل القولونى Escheria Coli ، ١٩٧١ ) ، وأخطار الانحراف خاصة على الصعيد الأخلاقى ( تأخر ١١ عالماً بيولوجياً أمريكياً في ١٩٧٤ تبعه مؤتمر انهلومار في ١٩٧٥ ) . ولكن سرعان ما تتجاوزت المسائل التى أثارها اتجاهات البحوث ، نطاق المجتمع

العلمي وحده وولدت جوا من القلق كانت أشد ظواهره لإنشاء سلطات رقابية ( لجنة الأخلاقيات التي لم يكن لها ، في الحقيقة ، الا دور استشاري ) . وظهور حركات مقاومة ، خاصة الحركات البيئية في الولايات المتحدة وجمهورية المانيا الاتحادية .

## تعديلات البيئة وانتهاء الانسان إلى الطبيعة

لقد حاول الانسان ، على مر الزمن ، أن يسيطر على الطبيعة . ومع عصر النور ، أخذ مشروع ديكارت Descartes « جعل الانسان سيد الطبيعة ومالكها » يتشكل وبدأت الطبيعة تخضع باطراد للانسان وفقدت سلطتها التشريعية . وتطویر البيوتكنولوجيات يوفر في الواقع مجموعة من الوسائل الجديدة والقوية للسيطرة على بيئته . فمن المعالجات العلمية الوراثية التي تجرى على الحيوانات إلى تخليق « النباتات الممتازة » ستهيئ مختلف التكنولوجيات المتاحة على المدى المتوسط تغييراً حقيقياً في شكل ومدى خضوع الطبيعة للانسان .

## الخطر البيئي

إن الأخطار البيئية المرتبطة بتطوير هذه التكنولوجيات وإن كانت بلا انحراف من الناحية الأخلاقية إلا أنها ذات أهمية بالنسبة لبيئتنا . لقد كان عدد من التجارب التي أجراها رجال الصناعة أو معاهد البحوث موضوع مهارات كما حدث مؤخراً في قضية Jeremy Rifkins التي شغلت المحاكم الأمريكية على مدى عدة شهور من سنة ١٩٨٤ . و« القضية » تخص هنا التعديل الهندسي الوراثي للبكتيريا وإطلاقها في مجال الطبيعة مما يترتب عليه مخاطر تأثير وحدوث اضطرابات في البيئة بتعديل التوازن البيئي « الطبيعي » . في نهاية ١٩٨٣ قدمت شكوى من J.Rifkins ضد الدكتور S.E.Lindow من جامعة كاليفورنيا ببركلي . لقد كان معمله يعتمد في الواقع أن يطلق في البيئة كائنات مجهرية معدلة هي الـ *Pseudomonas Syringae* وهذه البكتيريا تحفز

تكوين بلورات على سطح أوراق النبات فتحدث بذلك أضرار الصقيع . وعزل الجينة التي تسيطر على هذه الوظيفة ثم استخراجها يمكن من القضاء على هذه الخاصية . وتحسين مقاومة الصقيع على هذا النحو سيمكن انتشار البكتيريا المعالجة من توفير ملايين الدولارات . وبينما أوقف القاضي J.J.Sirica تجربة الأستاذ Lindow ، منحت هيئة Recombinant DNA Advisory Committee في أول يونيو ١٩٨٤ موافقتها على مواصلة التجربة .

في تاريخ أحدث ، كانت التجربة التي أجراها مختبر البيولوجيا المجهرية في المعهد القومي للبحوث الزراعية في ديجون Dijon والتي مفادها حقن التربة ببكتريا معدلة بالهندسة الوراثية ( مقاومة لمضاد حيوى هو الكناميسين Kanamicine ) . وقد أثارت هذه التجربة قلق الحركات البيئية ، خاصة تدخل الحركة الألمانية « قوس قزح » لدى المجتمعات الأوروبية . وكان المطلب الرئيسي لهذه الحركات على النحو التالي : في غياب لوائح وتنظيمات واضحة بشأن التجارب الزراعية . ينبغي حظر أى إطلاق في الطبيعة لبكتريات معدلة بالهندسة الوراثية ، ففي الواقع وخلافا لما يحدث في الطب مثلا ، لا توجد حاليا أى بنية رقاية على الهندسة الوراثية المطبقة على علم الزراعة .

وقد يكون من الاستخفاف تشبيه حركات المقاومة هذه بمجموعة من ردود الفعل الفردية لإزاء الأخطار الملازمة للتكنولوجيات الجديدة ووصفها بأنها مناهضة للتقدم .

لقد نوهت لجنة الخبراء التابعة لمنظمة التعاون والتنمية الاقتصادية ، في اجتماعها الذى عقده في Castle Gandolfer ( ابريل ١٩٨٥ ) بأنه ، إلى جانب الفرص التي توفرها البيوتكنولوجيات فانها تثير أيضا عدداً من المشكلات من ناحية المجال البيئي . وقالت إنه من الملح اتخاذ اجراءات لتفادى تكرار الأخطاء الماضية والتي أكثر نتائجها شهرة الكوارث البيئية المرتبطة بتكنولوجيا الكيمياء (Bhopal,1985) والهيدروكربونيات ( الموجات السوداء العديدة ) والنوويات ( تشيرنوبيل ، ١٩٨٦ ) .

إن أخذ خطر التكنولوجيات بالاعتبار والاجراءات الوقائية المترتبة على ذلك انما هي معطيات ينبغي مراعاتها مراعاة مطردة ولو من وجهة نظر اقتصادية بحتة .

## السيطرة على الطبيعة

ليس ثمة أى شك أن سلطة الانسان الجديدة تظهر على أحسن وجه من خلال معالجاته للحيوانات بالهندسة الوراثية وتخليق حيوانات معدلة وراثيا . وتمثل التقنية مثلا في زرع جينة أجنبية ( مأخوذة من فصيلة مختلفة ) في جنين حيوان — ثم يعاد فيما بعد زرع هذا الجنين في رحم أنثى من الفصيلة ذاتها — وقد كان أول نجاح علمي لهذه العملية في ١٩٨٢ حققه باحثون أمريكيان توصلوا إلى تخليق فئران عملاقة بزرعهم جينة كودية في هرمونة النمو لفأر (Hgr) ثم للانسان (Hgh) . وهذا الانجاز العلمي الأول ، الذى تلاه نشر بيانات للجوامعات التى ينتمى إليها الباحثون ، تتحدث عن امكانية تخليق « بقرات عملاقة ، ضخمة مثل الفيلة » ، آثار ردود فعل عديدة ايجابية وسلبية على حد سواء . وقد ظهرت فورا إمكانية خلق حيوانات حسب المقاس وتفي بأهداف متنوعة جداً : بقرات ، وهى بمثابة مصانع حية حقيقية تنتج مواد علاجية وحيوانات تصل إلى مرحلة البلوغ بمزهد من السرعة .

إلا أن الحال الراهنة للتقنيات تدل على أنه لاتزال هناك خطوات صعبة يجب خطوها للانتقال من الفأر العملاق الى الحيوانات الأليفة .

إن الأعمال التى أجريت على الحيوانات المعالجة بالهندسة الوراثية تثير أوجه قلق شديدة جداً خاصة من جانب المجموعات البيئية في الولايات المتحدة (Foundation on Economies Trends & Human Society of the US) وتنصب حملاتها على النواحي البيئية والاقتصادية وايضا الأخلاقية . وهى تدعى ان المعالجات بالهندسة الوراثية التى تجرى على الحيوانات وجعلها ممارسات مألوفة ، قد تصبح مقدمة لما يجرى منها على الانسان .

فيما يتجاوز المخاطر المتعرض لها ، إن انتشار التكنولوجية المتزايدة باضطراد

لبيتنا ومعالجات الهندسة الوراثية المتزايدة القوة والموجهة إلى المملكة الحيوانية تثير التساؤل حول وضع الانسان ذاته . ففي عالم تحول إلى الاصطناعية ، كيف يرى الانسان طبيعته ذاتها ؟ وهل لا يؤدي به ذلك إلى خلط أوراق القَدَر ؟ .

## تعديلات تصوير الانسان

إن أوجه التقدم المرتبطة ببيولوجيا الخلية والجزيئة تمهيء اليوم توقع كافة أنواع احتمالات التطبيق على الانسان ونتيجة ذلك تعديل محسوس من الآن في أخذ الجسم البشري في الاعتبار والذي سيصبح ، بكيفية متزايدة ، شيقاً علمياً مجرداً من أى سمة خاصة . ومثلما كتب H.Atlan : « لقد عودتنا البيولوجيا الخلوية والجزيئية على أن نستبعد من تصورنا لما هو حى ، الشخص الآدمى ككائن مستقل نسبياً ومستول عن تصرفه » لمعاملته وإعتباره بقدر متزايد كمجموعة من الأنظمة البيوكيميائية تتلخص في تفاعلات متبادلة جزيئية [٢] .

إن إدخال عدد من هذه التقنيات الجديدة وخاصة جعلها مألوفة ، سيزربط عليهما تعديل في تصوير الانسان . إن رؤية الشخص ككائن غير قابل للتجزئة في كليته ومن ثم جدير بالاحترام في كليته ( جسماً وعقلاً ) معرضة للتلاشي تدريجياً أمام تصور ميكانيكى لوجود الجسم البشري يسبقه تصور ثنائى ينظر فيه إلى الشخص والجسم البشري باعتبارهما كيانين متميزين . ومن هنا إلى جعل الممارسات على الجسم مألوفة ودارجة ، بينما كانت تعتبر حتى الآن غير لائقة بالاحترام الواجب للانسان ، خطوة واحدة يسهل خطواتها .

الواقع أن عدداً كبيراً من هذه التقنيات ينطوى على سمة متناقضة فيينا تشكل في كثير من الأحيان تحسناً واضحاً للأوضاع الفردية ، قد يعرض تعميمها أو إساءة استعمالها النظام الاجتماعى للخطر .

إن إدخال الجسم البشري في الدائرة التجارية ينحدر به إلى مستوى الوسيلة حاملاً مع ذلك ، مثلما يجري بالنسبة للطبيعة ( طبيعة طبيعية وطبيعة اصطناعية ) تلاشى القدسية مما يفتح الباب بكيفية تكاد تكون غير محسوسة

لانحرافات عديدة . ومن جهة أخرى إن السهولة التي يمكن بها استخدام بعض هذه التقنيات تجعل بعض الحواجز التي كانت تحمينا من أخطار الانحراف هشة فعلى سبيل المثال ، التقنيات المنبثقة من الإخصاب في الأنابيب ونقل الجنين يمكن استخدامها لأغراض تحسين النسل ( الأوجينية ) .

إلى جانب المخاوف المرتبطة بالأغراء « بخلق جنس متفوق » ( لنذكر انشاء بنك جينات في ١٩٧٧ من الحاصلين على جائزة نوبل ) والذي يعيد الى الذاكرة المشروعات النازية المؤسفة المتعلقة بالجنس الآرى ( أوجينية بدأها و « برمجها علماء برمجة منطقية جداً » ، تثير التقنيات الجديدة سلسلة من المسائل الجديدة : هل يمكن طرح أنسجة وخلايا الجسم البشري للتجارة ؛ أى تقنية مرتبطة بالتناسل الاصطناعى يحق اليوم استخدامها دون وجل ؟ إلى أى حد من القامة البشرية يمكن استخدام هرمونة النمو دون الاصطدام بمخطر انحراف استخدام هذا « الدواء » ؟ ؛ كيف يمكن التصرف بالفائض من الأجنة المجمدة ؟ هل لها كيان بشرى ؟ .

لقد اخترنا هنا أولاً الخوض في ثلاثة أنماط كبرى لتطبيق هذه التقنيات الجديدة وإيضاح طبيعة المسائل التي تثار وضرورة الاسراع في تحديد الوضع منها .

### إستخدام الأنسجة والخلايا البشرية الأصل والانتجار بها

في ١٩٨١ غلّق باحث من جامعة في كاليفورنيا سلالة هيريدوم خلوية لإفراز أجسام مضادة مناهضة للخلايا السرطانية . واقترح الدكتور هاجيوارا Hagiwara استخدام خلايا من والدته التي تعاني من سرطان في الرقبة . وبذلك تم تخليق هيريدوم يفرز جسماً مضاداً مناهضاً للأورام . وفيما بعد ، عاد الدكتور هاجيوارا إلى اليابان حاملاً معه مزرعة من سلالات هيريدوم وطالب بحقوق الملكية للجسم المضاد . في ١٩٨٣ ، توصل الطرفان إلى اتفاق : تحتفظ الجامعة الأمريكية بكافة حقوقها بينما يحصل هاجيوارا على براءة تجميل حق الملكية مقصوراً عليه في آسيا .

في هذا المثل ، يعترف بوضوح بحق الاتجار بخلايا من أصل بشري ومن ثم بالملكية التجارية لأجزاء من الجسم البشري . وتثار هذه المسائل بالكيفية ذاتها فيما يتعلق بـ « نفايات ( فضلات ) المستشفيات » والأجنة الفائضة الناتجة عن الإخصاب في الأنابيب ونقل الأجنة المزروعة : ماهى العلاقات القائمة بين هوية شخص وخلاياه أو أنسجته ، هل للفرد حقوق على أنسجة أو خلايا مستخرجة جراحيا من جسمه وتعتبر حاليا « نفايات » ؛ إلى أى حد يجوز ممارسة الاتجار بالأنسجة البشرية ؟

ومن خلال الاتجار بأجزاء الجسم البشري ثُمّت المسألة التي تثار إلى احترام الشخصية البشرية . والخطر المتعرض له هو ، كما رأينا ، الانزلاق اللاشعوري وغير القابل للانعكاس نحو رؤية ميكانيكية للجسم البشري يترتب عليها مع الزمن ثنائية بين الجسم والروح .

إن تطور الأحكام القضائية يبين أن تشريع الولايات المتحدة يتجه منذ الآن نحو الاعتراف بقيمة تجارية على الأخص للمنتجات المنبثقة من الأنسجة البشرية ( بيع الدم وتأجير الرحم مقبولان اليوم ) .

وثمة خطر يبدو أنه مرتبط حتماً بخلق قيمة تجارية لأنسجة الجسم البشري وخلاياه ، وهو الانزلاق نحو وضع يبيع فيه الفقراء الأنسجة والخلايا المنبثقة من جسمهم لصالح طبقات أيسر .

### الأوجينية ( تحسين النسل )

إن التشخيص الدقيق لبعض الأمراض الوراثية وتقدم وتحسين تقنيات نقل الجينات يميزان التوقع أن بعد بضع سنوات سيصبح من المستطاع معالجة عدد من هذه الأمراض بتطعيم جينات على الخلايا البشرية ( اختبار أجراه فعلا كلاين Cline على مريضين مصابين بالتلاسيميا Thalassamie وهو نوع من الأنيميا ) .



وسيمكن التحليل المبكر للأجنة ( قبل بداية الحمل ) من تحديد الأجنة الحاملة لتشوهات جينية وراثية ومن ثم النظر ، في حالة الأمراض المعتبرة خطيرة وغير قابلة للشفاء ، في عدم إعادة زرع الجنين أو إحداث الاجهاض . وهذا الشكل من الأوجينية السلبية ، بانتشاره ، قد يمتد إلى بعض الأمراض البسيطة بل إلى أجنة تحمل جينات ذات استعداد فقط لبعض الأمراض بل إلى بعض الخصائص التي تحدد جينيا : إن اختيار الجنس هو واحد فقط من أمثلة أسهل الانجازات على المدى القصير .

وأخطر من ذلك استخدامات التقنيات التي تستهدف أوجينية إيجابية بتعديل جينوم ( فصيلة ) الأجنة المقبلة . فمن المستطاع في الواقع تصور إدخال جينات على جنين ، تحمل خاصية معينة أو أخرى إلا أنه إزاء تعقد تحديد السمات والخصائص الوراثية ، ليست هذه التقنيات وشيكة التطبيق .

ويمكن أيضا في هذا المجال تصنيف الاستخدام المفرط لهرمونة النمو ، حيث أن بعض الشركات تستعد من الآن للسوق المحتملة التي تمثلها معالجة الأفراد الداخلين في الـ ٣٪ الأكثر قصراً .

إن الأخطار المرتبطة بانحراف استخدام هذه التقنيات واضحة : خلق أو تصنيع كائنات بشرية مطابقة لجنس يعتبر متفوقا ( بنك منوى من حائزين على جوائز نوبل ) أو جنس مخصص لبعض الوظائف في المجتمع . وعلى عكس ذلك القضاء على بعض الأفراد ( تعقيم الأجنة أو القضاء عليها ) يعتقد أنهم منحطون جينيا .

كثيرا ما يستاء المجتمع العلمى من ذكر هذه الإحتالات المثيرة للمخاوف والقلق إذ يرى فيها مبالغة لأمور لها لاحتمالات الانحراف . إلا أنه يكفى الإلتفات إلى ماضينا الحديث ليتبين لنا أن ليس في الأمر نظريات لا أساس لها : تعقيم الأفراد المعتمدين منحطون جينيا ، ومرضى الخمر والبلهاء والمتشردين ... في الولايات المتحدة بين ١٩٠٧ و ١٩٣١ ، وممارسة جراحة فصوص المخ الجبهية في السود أيضا في الولايات المتحدة بعد الحرب العالمية الثانية وانتشار اليوجينية النازية التي كانت

تستند إلى « نظريات علمية » ... [١٩] واليوم أيضا تصادف أشكال من اليجينية . ففى ستغافورة مثلا ، النساء الحاصلات على شهادات يشجعن على الانجاب بينما تعاقب الأخريات .

إن الأفكار اليجينية أبعد ماتكون عن الانقراض بل إنها تعاود الظهور على نطاق واسع خاصة بواسطة تيار البيولوجيا الاجتماعية النشط جداً في الولايات المتحدة ( ومثلها البيولوجى E.O.Wilson . وفيما يتعلق بنقد البيولوجيا الاجتماعية ، راجع R.Lowantin و S.Rose و L.Kamin في المؤلف السابق ذكره ) واليمين الجديد في أوروبا .

فكل هذه الأخطار الانحرافية ليست إذن مستبعدة من مجال الاحتملات ( خاصة في ظل الأنظمة الشمولية ) ؛ لذلك يجب النظر في تلك التقنيات بأقصى الحذر .

إن تشكيل لجنة قومية للأخلاقيات في جميع البلدان تقريبا مرده الحرص على التيقظ لئلا أخطار الانحراف هذه . إلا أن رأي هذه اللجان استشارى بحث ولا تنبأه بنيات تنفيذية . ولإزاء الضغوط الاقتصادية أو السياسية وأيضاً الطلب الاجتماعى ، هناك خطر كبير بأن يصبح رأيها مطروحاً جانباً كما هو الحال مثلاً في فرنسا للأمهات الحاملات ( لا الحوامل ) .

## تقنيات التاسل الاصطناعى

ولدت لويز براون ، أولى أطفال الأنابيب ، في بريطانيا في ١٩٧٨ . وفي ١٩٨٢ جاء دور الطفلة الفرنسية الأولى من هذه الفئة مع مولد اماندين . وفي نهاية ١٩٨٥ كان في بريطانيا ٢٣٠ من أطفال الأنابيب ولدوا منذ ١٩٧٨ و٣٠٠ في فرنسا منذ ١٩٨٢ . إن آثار هذه التقنيات الجديدة هى التى تثير التساؤلات أكثر من الأهمية العددية .

في البداية كان الإخصاب في الأنبوب ونقل الجنين شكلاً من أشكال مكافحة العقم فأصبح اليوم يبيع استعمالات جديدة : منح بويضات ، منح

أجنة ، لإقراض الرحم ، تشخيصات جنينية مبكرة للجنين [٢٠] ...

إن أخطار انحراف التقنيات المرتبطة بالإخصاب في الأنبوب ونقل الجنين عديدة :

— قد يحل التأجير محل إقراض الرحم ، كما هو الحال على ما يبدو في الولايات المتحدة حيث تؤجر أم حامله رحمها مقابل ١٠٠٠٠ دولار . وعلاوة على هذه المشكلة التي تمثل مبادلة تجارية ، تثار مشكلة العلاقات السيكولوجية والعاطفية بين الأمهات الحاملات والأمهات التناسليات أو المتبنيات والطفل . ويضاف أخيرا إلى كل ذلك خطر استغلال أمهات حاملات فقرات لصالح أبوين ميسورين ( وهو خطر يصادف أيضا في الاتجار بالأنسجة أو الخلايا المنبثقة من الجسم البشري ) . ولنلاحظ أن لجنتي الأخلاقيات الفرنسية والبيطانية شجبتا في ١٩٨٤ الالتجاء إلى هذه التقنية .

— التشخيص الجنيني المبكر للجنين ينتج الكشف عن أمراض وراثية ، والجنس والفائدة العلاجية واضحة ، مثل الأخطار أيضا : اختيار الجنس « طفل حسب الطلب » وخاصة أى تحديد لمستوى العيوب الذى يبرر « القضاء » على الجنين . وكما يقول J.Testart التشخيص يسبق الحمل فيقلل أخطار الانحراف ؛ — مامصير الأجنة الفائضة المجمدة المنبثقة من استعمال الإخصاب في

الأنبوب ونقل الجنين وماهو الوضع القانونى للبيضة الخارجة ؟

إن هناك العديد من الأسئلة تطرح اليوم . ولا يسعنا إلا ذكرها : استنساخ الأجنة ، التصحيح في مرحلة الجنين ، الحمل الذكري ، الأجنة المنبثقة من اتحاد بويضتين [١٩ ، ٢٠] . ومن جهة أخرى ثمة خطر تطور كل هذه التقنيات برمتها على حساب البحوث عن علاجات لمختلف أشكال العقم .

بصفة أكثر شمولاً تسبب كل هذه التقنيات تفجر فكرة الآباء ( الأم الجينية ، الأم الحاملة ، الأم المتبنة ) ، وهذا يثير مسائل ذات صبغة قانونية وأخلاقية . والتساؤل من جديد حول تصور الشخص الأدمى مع الوضع القانونى للأجنة المجمدة ، بوجه خاص ..



## الخلاصة

ستظل السبعينيات متميزة بتغيير كبير : الإدراك العميق للآليات التي تشكل أساس تنظيم وتناسل ماهو حتى يهيء تصور الأدوات القوية للغاية التي ستعطي لمشروع ديكرات معناه الكامل . فالبيوتكنولوجيات المؤسسة على مبدأ عالمية القانون الجيني من شأنها أن تستخدم في معظم الأنشطة الانتاجية . إلا أنها حالياً تشكل اساساً قدرة يتوقف إعمالها على عوامل اقتصادية واجتماعية أكثر مما يستند الى أوجه تقدم غير مؤكدة لعلم خارجي النمو .

وهكذا ينبغي إعادة تحديد وضع تطوير البيوتكنولوجيات في لعبة التفاعلات المعقدة بين العلم والتقنية والمجتمع ، وهذا يؤدي حتماً إلى طرح الأسئلة التالية : هل ستغير البيوتكنولوجيات المجتمع ؟ وهل هي تشكل عامل خروج من أزمة ؟

إن الأزمة الاقتصادية مؤاتية للتغيير لأنها تثير من جديد التوازنات القائمة . وتستفيد البيوتكنولوجيات من هذه الظاهرة العامة التي تهيء لنظام جديد أن يتشكل وأن يفرض نفسه كميّار للمجتمع . ومن وجهة النظر هذه تساهم عناصر التحليل التي عرضناها في تحديد سمة هذا النظام الجديد وسنعود هنا إلى فكرتين أساسيتين :

لايفصم انبثاق البيوتكنولوجيات عن انبثاق « التكنولوجيات الرفيعة » التي تستمد عناصر تشكيلها من مصادر المعرفة . وتصبح البحوث الأساسية عوامل تخلق مباشرة قيمة وهذا يحدث تحول بنيت انتاج المعرفة . ولهذا التحول آثار فيما

يخص العلاقات بين البحث والصناعة . وهى اذ تنضم إلى تدويل التكنولوجيا يكون لها أيضا آثار جيوسياسية . والتعاون الضرورى في مجهود البحوث والتطوير يوثق العلاقات بين اليابان والولايات المتحدة ، إزاء هذا التحالف تصبح « أوروبا التقنية » حتمية ملحة وعاجلة . ولاتبقى هذه التطورات بدون آثار على تنظيم واستراتيجيات المجموعات الصناعية . وأشكال التنظيم التى تظهر تميل إلى تحسين القدرة الابتكارية والتوافق مع التغيير . فبنشأ نظام ينطوى على المزيد من اللامركزية وأقل تدرجا فى الترتيب الوظيفى ، وذو اتجاه عمودى أقل . كما تظهر أيضا مجموعات تجمع المراحل المختلفة لعمليات الانتاج بل تسعى إلى روابط التعاون التى تستند إلى تكاملات الكفاءة وتحد من الاستثمارات غير القابلة للانعكاس : إن المؤسسة اليابانية تشكل على نحو ما نموذج تنظيم مجموعات الغد الصناعية .

تتميز البيوتكنولوجيات بالشك الشديد جداً . إن ديناميتها تتوقف أساسا على الاستراتيجيات التى يتم إرساؤها . غير أن البيوتكنولوجيات تقيم بنيات وتحدث تطورا غير قابل للانعكاس فى الحياة الاقتصادية وخاصة فى الحياة الفكرية والاجتماعية . وخارج المشاكل المتعلقة بتنظيم البحث يظهر هذا التطور بصفة خاصة فى المجالين :

مجال قابلية ماهو حي لاصدار البراءات ومجال الأخلاقيات الحيوية . هل ماهو حي مجرد وسيلة وعامل تنافس خاضع لحق المنافسة ؟ هل يمكن التلاعب بمجسم الانسان ومعالجته وهل يجوز إدخال أجزاء الجسم البشرى فى دائرة التجارة ؟ دون الاقلال من أهمية الدينامية الاقتصادية ، يبدو أن التحدى الحقيقى ، أى عامل البيوتكنولوجيات ، يقع فى مجال إعادة تحديد علاقات الانسان بالطبيعة وتجاوز ذلك فى مجال تصور الانسان ، فإما أنه من المستطاع التوصل إلى توافق جديد فى الرأى بمجهود خلاق وبالتشاور ، ففى هذه الحالة تستطيع البيوتكنولوجيات أن تتطور وتسهم فى بعث النشاط الاقتصادى أو أن المشاكل لا تعالج إلا كل واحدة على حدة ، تحت ضغط القيود الاقتصادية القصيرة الأجل . وفى هذه الحال ستكون البيوتكنولوجيات مصدر نزاع قد تخلط فيه البشرية أوراق القدر .

## المراجع

### مؤلفات اساسية

- [1] BULL A.T., HOLT G., LILLY M.D., *Biotechnologie : tendances et perspectives internationales*, OCDE, Paris, 1982.
- [2] DARBON P., ROBIN J. (Coord.), *Le Jaillissement des biotechnologies*, Fayard, Paris, Fondation Diderot, 1987.
- [3] OLSON S., *Biotechnology : an Industry Comes of Age*, National Academic Press, Washington D.C., 1986.
- [4] OTA, *Commercial Biotechnology : an International Analysis*, Congress of the United States, OTA, Washington D.C., 1984.
- [5] PELISSOLO J.C., *La Biotechnologie demain*, La Documentation française, Paris, 1980.
- [6] *Revue d'économie industrielle*, numéro spécial, n° 18, 4<sup>e</sup> trimestre 1981.

### مراجع محدثة

#### البحر التقني الإقتصادي

- [7] DOUZOU P., DURAND G., KOURILSKY P., SIGLET G., *Les Biotechnologies*, « Que sais-je ? », PUF, Paris, 1983.
- [8] *La Recherche*, numéro spécial, « L'avenir des biotechnologies », n° 188, mai 1987.

#### استراتيجيات الركلاء

- [9] BYE P., MOUNIER M., « Les Futurs alimentaires et énergétiques des biotechnologies », *Économies et Sociétés*, n° spécial, nov. 1985.
- [10] DALY P., *The Biotechnology Business. A Strategic Analysis*, Frances Pinter, Londres, 1985.
- [11] FAIBIS L., RAUGEL J.P., *Les Sociétés spécialisées en biotechnologies dans le monde*, DAFSA, Paris, 1986.

- [12] DUCOS C., JOLY P.B., *Innovation et concurrence : l'industrie des semences face aux biotechnologies*, thèse de doctorat de Sciences économiques, Toulouse, mars 1987.
- [13] KENNEY M., « Schumpeterian Innovation and Entrepreneurs in Capitalism : a Case Study of the US Biotechnology Industry », *Research Policy*, 15, 1986, p. 21-31.

#### البيوتكنولوجيا والبراءات

- [14] BEIER F.K., CRESPI R.S., STRAUS J., *Biotechnologie et protection par brevet — Une analyse internationale*, OCDE, Paris, 1985.
- [15] EDELMAN B., « Vers une approche juridique du vivant », *Recueil Dalloz*, Sirey, 17 déc. 1980.
- [16] HERMITTE M.A. (Dir.), *Le Droit du génie génétique végétal*, Librairies Techniques, Paris, 1987.

#### البيوتكنولوجيا والعالم الثالث

- [17] HOBELINK H., *New Hope or False Promise : Biotechnology and Third World Agriculture*, ICDA, Bruxelles, 1987.
- [18] SASSON A., *Quelles biotechnologies pour les pays en développement*, Biofutur/UNESCO, Paris, 1986.

#### البيوتكنولوجيا والمشاكل الأخلاقية

- [19] BLANC M., *L'Ère de la génétique*, La Découverte, Paris, 1986.
- [20] TESTART J., *L'Œuf transparent*, « Champs », Flammarion, Paris, 1986.

#### مراجع

*Dépouillement systématique des revues : Biofutur, Bio/Technology, Genetic Engineering News, La Recherche, Science.*  
Utilisation des études du cabinet Precepta (Paris) pour les données industrielles.



الاحتياطيات	صفحة
مدخل	٥
أولا :	
هل البيوتكنولوجيات وليدة الأزمة ؟	٩
ثانيا :	
من أوجه تقدم العلم الى عرض التكنولوجيا	١٥
ثالثا :	
هل ستعدل البيوتكنولوجيات النظام الصناعي ؟	٤٥
رابعا :	
أوضاع واستراتيجيات الدول	٩٣
خامسا :	
تحول العلاقات بين الجامعة والصناعة	١١٧
سادسا :	
إمكانية منح براءات اختراع عما هو حي	١٢٧
سابعا :	
تحول انتفاءات الانسان الى الطبيعة	١٣٥
الخلاصة	١٤٧
المراجع	١٤٩





## هذا الكتاب ..

البيوتكنولوجيا : عرفت هذه الكلمة منذ حوالى خمسة عشر عاما ولكنها أصبحت اليوم من ألفاظنا الشائعة . إنها أبعد ماتكون من فراغها من كل مضمون عاطفى ، بل إنها تحمل مشاعر متنوعة جداً تتراوح بين التعجب أمام الامكانيات الهائلة التى فتح أبوابها الاستخدام اللامحدود تقريبا لما هو حي .

إن أول الأمثلة التطبيقية التى ذكرتها الصحافة إنما هى انعكاس لهذه الآمال ولهذه المخاوف ، وتقدم البيوتكنولوجيات كأنها قبعة ساحر خرافية تخرج « بقرات ضخمة بحجم الفيلة » وأطفالا حسب الطلب ونباتات تنفتح وسط الصحراء ، والانتصار الفورى تقريبا في مكافحة بعض الأمراض الكبرى ( الإيدز والسرطان ) ...

Bibliotheca Alexandrina



0547076



دار المستقبل العربي